

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



EFECTO DE TRES SISTEMAS DE ESTABLECIMIENTO Y DOS CULTIVARES DE BRÓCOLI (RUMBA, BATAVIA) (*Brassica oleracea* L var. *italica* Pleck) EN DOS MÉTODOS DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD PARA TRASPLANTE. EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA.

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de la Frontera como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

JOSE LUIS LAURENT TORRES

TEMUCO-CHILE

2011

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**EFECTO DE TRES SISTEMAS DE ESTABLECIMIENTO Y DOS CULTIVARES
DE BRÓCOLI (RUMBA, BATAVIA) (*Brassica oleracea* L var. *italica* Pleck) EN DOS
MÉTODOS DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE
PLANTULAS PARA TRASPLANTE. EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA.**

**Tesis presentada a la Facultad de
Ciencias Agropecuarias y Forestales
de la Universidad de la Frontera
como parte de los requisitos para
optar al título de Ingeniero
Agrónomo.**

JOSE LUIS LAURENT TORRES

PROFESOR GUIA: RODOLFO PIHAN SORIANO

TEMUCO-CHILE

2011

EFFECTO DE TRES SISTEMAS DE ESTABLECIMIENTO Y DOS CULTIVARES DE BRÓCOLI (RUMBA, BATAVIA) (*Brassica oleracea* L var. *italica* Pleck) EN DOS MÉTODOS DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE PLANTULAS PARA TRASPLANTE. EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA.

PROFESOR GUIA:

**RODOLFO ISIDRO PIHAN SORIANO
INGENIERO AGRONOMO
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION
AGROPECUARIA**

PROFESORES CONSEJEROS:

**JUAN CARLOS GARCIA DIEZ
INGENIERO AGRONOMO
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION
AGROPECUARIA**

CALIFICACION PROMEDIO TESIS : 6,2

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación es fruto de un esfuerzo personal, pero a la vez ha sido posible gracias a la oportunidad que la Universidad de La Frontera me ha otorgado de manera muy generosa. Le agradezco infinitamente a mi profesor guía, don Rodolfo Pihán Soriano por haberme apoyado en esta etapa de mi proceso de aprendizaje. A todo el personal de la Biblioteca de la Universidad de La Frontera, en especial a don Enrique, al personal del Campo Experimental Maquehue, especialmente a don Dillman Boero y a don Jorge Saéz, a nuestro queridísimo chofer don Sergio. Agradecimiento especial para el profesor don Horacio Miranda por su apoyo desinteresado.

Mi más profundo agradecimiento es hacia mi madre, doña Nely del Carmen Torres Morales, sin ella nada de esto sería posible,

INDICE

TEMA	PÁGINAS
1 INTRODUCCIÓN	3
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Generalidades	5
2.2 Germinación, almácigo, trasplante y distancia de plantación	7
2.3 Desarrollo de la plántula	8
2.4 Factores ambientales de la producción	9
2.5 Cultivo a cubierto	15
2.6 Cultivares	15
3 MATERIALES Y METODO	19
3.1 Materiales	19
3.1.1 Ubicación del ensayo	19
3.1.2 Clima y suelo	19
3.1.3 Tratamientos	20
3.1.4 Distribución del ensayo	20
3.2 Métodos	21
3.2.1 Siembra de almácigos	21
3.2.2 Preparación del suelo	21
3.2.3 Riegos	22
3.2.4 Fertilización	22
3.2.5 Control de malezas y plagas	22
3.2.6 Trasplante	22
3.3 Evaluaciones	23
3.3.1 Evaluaciones morfológicas	23
3.3.2 Evaluaciones fenológicas	24
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
4.1 Evaluaciones morfológicas	25

4.1.1	Altura de plántulas	25
4.1.2	Número de hojas	27
4.1.3	Diámetro del tallo	29
4.2	Evaluaciones fenológicas	30
4.2.1	Días transcurridos desde siembra a emergencia	30
4.2.2	Días transcurridos desde siembra a trasplante	32
5	CONCLUSIONES	34
6	RESUMEN	35
7	SUMMARY	37
8	LITERATURA CITADA	39
9	ANEXOS	42

1. INTRODUCCIÓN.

El brócoli (*Brassica oleracea* L. var *italica*) es una especie hortícola que presenta una buena adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas del sur de Chile y, a la vez, posee requerimientos de cultivo menores y manejo similar al de otras crucíferas.

Si bien el panorama mundial es alentador, es muy importante para el sector hortícola estar atento al comportamiento y a la dinámica de los diferentes mercados para los diversos productos. En este sentido, el desafío que enfrenta este rubro en Chile es ser capaz de reaccionar en forma oportuna frente a las exigencias de calidad, diversidad de especies y formas de presentación de los productos, condiciones que el mercado mundial está exigiendo cada vez en forma más generalizada y rigurosa. El interés tanto de mantener un abastecimiento prolongado para satisfacer la demanda de mercado en fresco y de la agroindustria han llevado a buscar diferentes cultivares de brócoli. La IX región no está ajena a este desarrollo, pero su incorporación ha sido tardía y lenta y las posibilidades ciertas de incrementar las exportaciones del sector se encuentran limitadas por técnicas productivas y empresariales que han sido insuficientemente estudiadas por los diversos sectores involucrados. La región tiene condiciones y produce las principales especies hortícolas de exportación, lo cual indica que las condiciones están dadas para que exista un mayor dinamismo en el sector frente a los mercados externos.

Se plantea la hipótesis que frente a determinado ambiente los genotipos presentan una respuesta distinta siendo posible encontrar dentro de ellos algunos con mejor adaptación durante la etapa de almácigo.

El objetivo general de este estudio fue evaluar el efecto de tres sistemas de establecimiento (invernadero, túnel y aire libre) y dos cultivares de brócoli (Rumba y Batavia) (*Brassica oleracea* L var. *italica* Pleck) en dos métodos de siembra (raíz cubierta

y raíz desnuda) sobre el rendimiento y calidad de plántulas para trasplante en la región de la Araucanía. Los objetivos específicos fueron:

a).- Evaluar la respuesta de las plántulas al almácigo de dos cultivares sobre parámetros morfológicos y fenológicos del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L var. *italica* Pleck).

b).- Evaluar el efecto de tres sistemas de producción (túnel invernadero y aire libre) sobre parámetros morfológicos y fenológicos de plántulas de dos cultivares para el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L var. *italica* Pleck).

c).- Determinar si existe interacción entre diferentes sistemas de establecimiento, producción y cultivares expresadas sobre parámetros morfológicos y fenológicos de plántulas de dos cultivares para el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L var. *italica* Pleck).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Generalidades.

El brócoli (*Brassica oleracea* L var. *italica* Pleck) pertenece a las Crucíferas. A esta familia se le da el nombre genérico de Brásicas, un selecto grupo de vegetales de mucha importancia como la coliflor, repollo y brócoli, y otros vegetales como la mostaza, la col de Bruselas y el rábano. Su nombre deriva del latín “brocco” que significa brote y que originalmente fue dado a los brotes tiernos que emiten los repollos y otras coles al iniciarse el proceso floral (Krarup, 1986). Se consume la inflorescencia que tiene que ser compacta y de grano fino, como características comerciales deseables; aunque en otros países se encuentran variedades que producen varios ramilletes por planta de tamaño pequeño y menos compacto.

Esta planta se distingue de otras de su misma familia por presentar pedúnculos florales compactos, que conforman un ramillete o cabeza irregular y abierta. Sus tonalidades muestran generalmente colores verdes intensos y azulados, aunque dependiendo de la variedad pueden llegar a ser rosados o blanquecinos. Uno de los rasgos principales de los diferentes tipos de brócoli incide en el tiempo que necesitan para desarrollarse completamente, dividiéndose en precoces o tempranas, intermedios y tardíos.

En general puede considerarse que el cultivo del brócoli es simple y que los aspectos esenciales son la realización de un buen almácigo, la obtención de una población adecuada para una alta producción y el desarrollo satisfactorio de las plantas. Durante el período vegetativo las temperaturas óptimas favorecen todos los procesos fisiológicos resultando en crecimiento activo. Así alcanzará un buen tamaño tanto en su follaje como en su sistema radicular.

La planta para un desarrollo normal en la fase de crecimiento necesita temperaturas entre 20-24 °C y para poder iniciar la fase de inducción floral necesita entre 10 °C a 15 °C de temperatura durante varias horas del día (<http://www.fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/brocoli-brocoli-brecol.htm> accesada, el 18-09-2010 a-las 22:25 horas). Respecto a humedad relativa, ésta oscila entre 60 y 75% para un estado óptimo tanto en la fase vegetativa como en la reproductiva (<http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm>, accesada el 18-09-2010 a-las 22:18 horas). La época en que será establecido el cultivo dependerá del cultivar, pero estas épocas para la zona sur se pueden agrupar en dos: la primera es la que se hace tarde en invierno o temprano en primavera y la segunda época corresponde a fines de primavera.

La temperatura mínima para que haya crecimiento es de 4 a 6 °C. La planta de brócoli, en su fase vegetativa soporta temperaturas de hasta 2-3 °C bajo cero. En tales condiciones se observa un cierto marchitamiento de las hojas, que aparecen caídas. Al aumentar la temperatura recuperan su turgencia (CORFO, 1986).

Una planta vigorosa con alto contenido de fibra y agua, raíces profundas y una zona radicular amplia que le permite un buen anclaje y alta capacidad de absorción de agua y nutrientes. Se adapta casi a cualquier tipo de suelos, pero como todos los vegetales, prefieren suelos no muy ligeros, prefieren suelos uniformes, profundos con buen drenaje y con un pH de 6 a 7.5. Requiere suelos de textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego. Es conveniente que el suelo esté en un estado perfecto de humedad. El riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación del pan, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad (<http://www.sakata.com.mx/paginas/ptbrocoli.htm>, accesada el 18-09-2010 a-las 22:42 horas).

El brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible por tener alto contenido de fibra dietética y vitaminas, especialmente ácido fólico y vitaminas K, C y B5, además de poseer bajos niveles de

calorías. Abunda en betacaroteno (tiene el doble que el tomate y cuatro veces más que el durazno). Tiene componentes anticarcinógenos, antivirales y antibacterianos como el Diindolimetano, la Glucorafanina y pequeñas cantidades de Selenio. Contiene tanto potasio como el melón y la col (<http://www.venelogia.com/archivos/3192>, accesada el 18-09-2010 a las 21:46 horas).

El brócoli puede consumirse fresco, encurtido o industrializado, principalmente en forma de congelado (Marotto, 1994; Giaconi y Escaff, 1999). Posee un sabor característico debido a la presencia del isotiocianato de alilo y butilo y a la vinil-tio-oxazolina (Marotto, 1994).

2.2 Germinación, almácigo, transplante y distancia de plantación.

El desarrollo de las plántulas puede dividirse en cuatro etapas. La primera etapa es el primer período que transcurre entre la siembra y la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla. En esta etapa se requieren niveles altos de humedad y oxígeno alrededor de la semilla. La segunda etapa es entre la emergencia de la radícula que penetra en el suelo y la emergencia del hipocotilo (tallo) y las hojas cotiledonares; durante esta etapa aumentan las necesidades de oxígeno de la raíz y por tanto debe disminuirse la cantidad de humedad suministrada. La tercera etapa es el período de crecimiento y desarrollo de las hojas verdaderas y la cuarta etapa es el período previo al embarque o trasplante. Las etapas más críticas son la 1 y la 2. La diferencia entre el éxito y el fracaso depende de que se puedan mantener las condiciones óptimas de humedad, oxígeno, temperatura y luminosidad (<http://www.faxsa.com.mx/semflor1/seaaa10.htm>, accesada el 18-09-2010 a las 22:18 horas).

La germinación de las semillas viables depende de factores ambientales favorables de temperatura, humedad y oxígeno. La germinación de las semillas se divide en cuatro etapas: la absorción de agua, la formación del sistema enzimático y retroalimentación de

reservas, el crecimiento de raíz y tallo y el crecimiento de la plántula después de emerger del suelo.

Cuando la semilla absorbe agua activa el metabolismo y la respiración, además de la síntesis de proteínas. El crecimiento de la pequeña raíz y el tallo requieren gran cantidad de energía para el desarrollo del nuevo material celular. En el inicio de la germinación, el embrión tiene suficientes carbohidratos, grasas y proteínas de reserva que son rápidamente agotados. Muchos de los materiales de reserva son transportados al embrión para sostener su crecimiento. La raíz surge primero de la semilla, absorbiendo agua y nutrientes del material de reserva. El desarrollo del tallo empieza después que la raíz ha emergido. El crecimiento de la plántula se realiza en ausencia de luz y depende del material de reserva hasta su emergencia, esto se realiza en un periodo de entre cuatro y ocho días. Cuando la luz incide en la raíz recién formada y ocurren los primeros eventos de la fotosíntesis; las raíces secundarias empiezan su formación. Al estar la plántula expuesta a la luz, el tallo se vigoriza y las hojas empiezan a crecer. Los cotiledones de algunos vegetales como el tomate, chile, frijol y calabaza al emerger del suelo funcionan como hojas (http://www.evita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_17.htm, accesada el 18-09-2010 a las 20:16 horas).

2.2.1 Desarrollo de la plántula

Una vez que la plántula ha emergido del suelo es capaz de continuar ininterrumpidamente su crecimiento, ya que se han establecido las funciones específicas de la raíz, tallo y hoja.

El tallo es la parte aérea de las plantas, generalmente erecto y constituido por un eje central que sostiene órganos laterales. En pleno desarrollo, la base del tallo tiene un diámetro de 4 milímetros., aproximadamente. La corteza del tallo está cubierta de vellosidades. La función principal del tallo es el transporte de nutrientes desde la raíz a las

hojas y viceversa, de acuerdo a las necesidades que la planta tenga para lograr una buena cosecha.

La función principal de la raíz es la captación y aprovechamiento de agua y nutrientes, transportándolos a través de tejidos al tallo y hojas. Los requerimientos ambientales para el buen funcionamiento de la raíz son: la temperatura del suelo, la atmósfera del suelo (oxígeno, bióxido de carbono), la concentración y disponibilidad de nutrientes, la actividad iónica y el drenaje del suelo.

La función principal de la hoja es absorber, por medio de sus células, la energía luminosa del sol y el bióxido de carbono del aire, que con el agua extraída del suelo, se transforman en energía.

2.3 Factores ambientales de la producción

Las condiciones ambientales son factores importantes que se deben considerar y controlar. Esto con la finalidad de promover y proporcionar una adecuada germinación y, por consiguiente, un buen desarrollo de las plántulas. Los factores principales son los siguientes:

El agua es un requerimiento básico para la germinación y transporte de nutrientes. Es importante clarificar que, al momento del trasplante, la sanidad de la raíz es fundamental para un correcto establecimiento del cultivo. La humedad requerida en el sustrato para lograr la germinación depende de la capacidad de la semilla para absorber el agua y de las características físicas que ésta posea. En el suelo, la humedad disponible dependerá del tipo de sustrato empleado como soporte y se describe de varias formas: potencial hídrico, humedad aprovechable y combinación de éstas. Condiciones intermedias de humedad aprovechable son requeridas para la óptima germinación de las semillas. De manera práctica se establece que semillas, como la del tomate, chile, brócoli, melón y calabaza,

germinan bien con una humedad variable entre la capacidad de campo y el punto de marchites permanente, mientras que el apio lo hace a capacidad de campo.

Los requerimientos de humedad varían entre las especies de vegetales y pueden estar cercanos al punto de marchites permanente. Altos niveles de humedad pueden inhibir la germinación, esto por cortar la respiración, ya que la humedad se estanca y, por lo tanto, la disponibilidad de oxígeno se reduce. Se debe considerar la circulación de aire mediante la adecuada textura y estructura del sustrato.

La respiración o consumo de oxígeno y liberación de bióxido de carbono se incrementan durante el proceso de germinación, por lo que demanda un ambiente rico en oxígeno. El oxígeno también es importante para el buen funcionamiento de la raíz, al igual que el bióxido de carbono, ya que este último activa – los nutrientes del suelo y regula el potencial de hidrogeno por medio del ácido carbónico que se forma al reaccionar el bióxido de carbono con el agua.

La germinación es un proceso complejo que involucra la participación de diferentes procesos bioquímicos. La respuesta a la temperatura depende de las especies, variedades y sustratos y varía entre 15 y 30 °C, con los cuales se logran mejores porcentajes de germinación y se reduce el tiempo de ésta, siendo los límites máximos entre 32 y 40 °C. Condiciones de 5 a 15 °C retardan la germinación. La intensidad y calidad de luz influyen en la germinación. Se ha reportado que la germinación de semillas es promovida por una intensidad de luz indirecta, pero en condiciones apropiadas de riego y ventilación, las plantas pueden sobrevivir a una intensidad de luz mayor.

El almácigo es la primera etapa del establecimiento de un cultivo e implica una selección de los ejemplares más perfectos al momento de trasplantar. Su implementación es aconsejable para las especies cuyas semillas son muy pequeñas, como ocurre con las hortalizas en general, para las cuales el manejo en una sola fase o siembra directa es muy difícil.

El uso de contenedores es particularmente indicado cuando se trata de plantas muy susceptibles a las malezas o a factores climáticos como las heladas, en su primer período de vida (<http://www.misjardines.net/como-hacer-un-jardin/cultivo-de-almacigos.php>, accesada el 05-11-2011 a las 11:19 horas).

El suelo es el medio de soporte para el desarrollo de la plántula. Durante la germinación y el crecimiento radicular provee de humedad, nutrientes y un adecuado intercambio de aire. Así mismo, permite el acondicionamiento de la plántula para su trasplante. Se requiere además, un medio que permita el fácil desplazamiento de la raíz. Para ello se necesitan espacios porosos, pudiendo encontrar a su paso el oxígeno que demanda la respiración y permite que el bióxido de carbono que se produce, se difunda hacia la atmósfera para ser reasimilado por las hojas.

El uso de contenedores del tipo speedling en la producción de almácigos, conlleva una serie de ventajas. Entre ellas económicas, la reducción de problemas sanitarios, obtención de plantas en forma más temprana y un mejor uso del espacio físico. Lo anterior, unido a un manejo adecuado, permite obtener plantas de alta calidad. De los diversos contenedores empleados, los más comunes de uso masificado en el agro, especialmente en producciones tecnificadas e invernaderos, son los de poliestireno expandido. Estos tienen la característica de presentar distinto número de celdas por unidad, pero manteniendo igual dimensión exterior por bandeja. Si bien aquellas bandejas que presentan celdas pequeñas tienen la ventaja de reducir los costos de producción, la calidad de las plantas generadas, comparada con las generadas en bandejas de celdas de mayor tamaño, es menor. En general, se puede afirmar que las plantas desarrolladas en bandejas con celdas de mayor tamaño, son más altas, vigorosas, con un mayor desarrollo foliar, peso seco, poseen un mayor desarrollo radicular y son más precoces, que aquellas que emergen en bandejas con celdas pequeñas. Las plántulas obtenidas de contenedores con celdas grandes prácticamente no sufren de stress al trasplante, se acorta el número de días entre siembra y trasplante, fundamentalmente porque las celdas mayores poseen un mayor desarrollo radicular, gracias al mayor volumen de sustrato, que permite una mayor aireación y volumen de agua disponible. Para realizar estos almácigos tecnificados, se emplea semilla

certificada, de mayor calidad que la común, lo que implica un mayor costo/semilla, la cual se caracteriza por sus bondades de emergencia, sanidad y productividad (<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/18519.html>, accesada el 18-09-2010 a las 16:18 horas).

Los distintos tamaños de celda requieren de ajustes en la forma de cultivo. Mientras más pequeña la celda, la planta es más susceptible a fluctuaciones en humedad, nivel de nutrientes, oxígeno, pH y contenido de sales solubles. Las celdas entre más profundas muestran mejor drenaje, permitiendo mejor lixiviación de sales y mayor aireación en el medio de cultivo (<http://www.faxsa.com.mx/semflor1/seaaa10.htm>, accesada el 18-09-2010 a las 22:18 horas).

El desarrollar cultivos forzados bajo polietileno (invernaderos), requiere de una adecuada capacitación teórica y práctica sobre el particular, de lo contrario la experiencia con seguridad será negativa. En un invernadero los semilleros germinarán mucho antes y habrá menos merma que si se hace siembra al aire libre y las cosechas serán antes de lo habitual. Los riegos se determinan igualmente en su frecuencia según desarrollo vegetativo del cultivo.

La siembra en líneas de un almácigo logra una distribución más uniforme de la semilla y las plántulas quedan mejor espaciadas, permite el empleo de instrumentos manuales para efectuar las escardas en las entrelíneas, de manera que el arranque a mano se circunscribe a las malezas que crezcan sobre las líneas. Además, hay mejor circulación de aire, resultando el almácigo menos vulnerable al ataque de enfermedades fungosas. La profundidad de la siembra está relacionada al tamaño de la semilla.

Los objetivos de los trasplantes son: rapidez en el inicio de las plantas, economía de especies, cultivo de plantas de temporada larga en climas de temporada corta, también se busca estimular la maduración de cultivos de temporada fresca en la primavera, antes de que se inicie la época de calor, obtener plantas más grandes para la producción de verano y

en general, aumentar la duración de la época de crecimiento, para después aumentar la producción. La profundidad de arraigamiento está influenciada por el perfil del suelo. Como condiciones externas que inciden al gasto de agua tenemos: el viento, la intensidad de la luz, temperatura y falta de humedad atmosférica.

La semilla se cubre ligeramente con una capa de tierra de 1-1.5 cm y con riegos frecuentes para conseguir una planta desarrollada en unos 45-55 días. La nascencia tiene lugar aproximadamente 10 días después de la siembra. En general, la cantidad de semilla necesaria para una hectárea de plantación es de 250 a 300 gramos, en función del marco de plantación y de la variedad que se plante. Si el almácigo está muy espeso es conveniente aclararlo para que la planta se desarrolle de forma vigorosa y evitar el ahilamiento (<http://www.agriculturaurbana.galeon.com/productos1359686.html>, accesada el 18-09-2010 a las 16:38 horas).

Las plántulas deben ser llevadas a campo cuando tengan de tres a cuatro hojas totalmente desarrolladas, un altura de 12 a 15 cm y un buen desarrollo radicular (<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/brocoli.htm>, accesada el 18-09-2010 a las 16:25 horas). La tierra del almácigo debe encontrarse húmeda y disgregable, permitiendo separar las plantas con todo cuidado y sin dañar su sistema radicular. En general, las plantas muy crecidas se recuperan del estrés inherente al trasplante con más lentitud que las que se encuentran a punto. Es necesario verificar que las diversas etapas de la faena se ejecuten debidamente y que las plántulas se ubiquen realmente a la distancia convenida sobre la línea de plantación. Se deben organizar adecuadamente el arranque de los almácigos, el trazado de los surcos o caballetes, el riego de éstos, el trasplante y el riego de post-trasplante.

Como norma general, la distancia entre y sobre las hileras se determina en función de las características de la variedad, fertilidad del suelo, zona, época de siembra, prescindiendo del destino de la cosecha; sin embargo este aspecto tiene suma importancia (Giacconi y Escaff, 1999). Para hacer mejor uso del clima y del suelo las plantas cultivadas deben

espaciarse correctamente. Una vegetación excesivamente densa y una humedad más excesiva en la zona foliar pueden favorecer las enfermedades criptogámicas (Raeburn, 1987). El número de plantas por unidad de superficie puede ejercer una influencia directa sobre el tamaño de las plantas y sobre el producto recolectado. Pihán y Guerrero (1989) establecen que a medida que se utilizan menores distancias de plantación el rendimiento por hectárea se eleva, no afectándose el tamaño del pan hasta distancias tan bajas como 50 x 30 cm.

La siembra se realiza en bandejas de germinación, sobre sustratos enriquecidos con materia orgánica, desinfectados mediante técnicas químicas o de solarización. No se ha encontrado una relación entre el tamaño del envase en el que se desarrolla la plántula y el rendimiento del cultivo, como ocurre en otras especies. También el almácigo puede realizarse protegido bajo pequeños túneles con siembras en líneas apareadas a 10-15 cm entre líneas y posterior extracción de la plántula a raíz desnuda. Con esta técnica hay un decaimiento de la planta posterior al trasplante que luego es superado. El trasplante puede realizarse mecanizado o a mano. Existen actualmente en el mercado máquinas transplantadoras especialmente diseñadas. El marco de plantación varía con la zona, el tipo de suelo y la época de cultivo (<http://www.made-in-argentina.com/alimentos/hortalizas/temas%20relacionados/tecnicas%20de%20cultivo%20en%20argentina.htm>, accesada el 28-09-2010 a las 23:18 horas).

Muy pocos productores hacen sus semilleros en bandejas, cuando esta labor debería estar generalizada, ya que son muchas las ventajas que tiene con respecto al semillero tradicional en el suelo. La cantidad de semillas de brócoli que se requiere para una hectárea de cultivo depende de varios factores como densidad de siembra, germinación, uniformidad de germinación y porcentaje de trasplante.

2.4 Cultivo a cubierto

Estas estructuras permiten en climas con estación corta de desarrollo que se puede aumentar la productividad cultivando bajo cubierto una gran parte del ciclo. A cubierto, la temperatura del aire y del suelo es mayor y los cultivos no son azotados por los vientos fríos. Con el cultivo protegido es posible producir fuera de estación, fuera de la época de cultivo al aire libre, incluso en cualquier época del año con los invernaderos climatizados. Al cultivar plantas al aire libre sin protección estas quedan a merced de los caprichos del tiempo. Por el contrario, con un invernadero, una cajonera fría o túneles, puedes controlar en mayor o menor medida las condiciones ambientales y además podrás ampliar el repertorio de especies y épocas de cultivo.

Los túneles son más fáciles y baratos de construir que los invernaderos y resultan trasladables. Sin embargo, no ofrecen tanta protección frente a las bajas temperaturas. Proporcionan abrigo contra el viento y son útiles en la mayoría de huertos, especialmente para la etapa final del templado de los plántones y para proteger hortalizas en tiempo inestable de primavera y otoño. La ventilación es muy importante para controlar los excesos de temperatura, humedad y para asegurarnos una buena polinización, especialmente por la acción de los insectos, que puedan entrar. Se usan láminas de polietileno de 350-400 galgas de espesor.

2.5 Cultivares.

Los cultivares tradicionales de polinización libre o abierta y sin mayor uniformidad han sido paulatinamente desplazados por cultivares híbridos (F1), que tienen como ventaja su mayor productividad, mayor uniformidad en su desarrollo fenológico, mejor conformación y calidad del pan. Esta mayor uniformidad confiere una alta capacidad competitiva entre las plantas, permitiendo altas densidades de plantación y, consecuentemente, mayores rendimientos.

En esta especie ha habido un desarrollo varietal notable en los últimos años con distintos fines: huertos caseros, consumo fresco y agroindustrial, duración ciclo siembra a cosecha (precoces, intermedios y tardíos), tamaño y compactibilidad del pan, número de inflorescencias secundarias o laterales, color del pan, resistencia a problemas patológicos o fisiológicos y conservación (<http://www.made-in-argentina.com/alimentos/hortalizas/temas%20relacionados/tecnicas%20de%20cultivo%20en%20argentina.htm>, accesada el 28-09-2010 a las 23:18 horas).

En el mercado existe un gran número de variedades de brócoli que se diferencian por el tiempo que requieren para ser recolectados: desde los cincuenta hasta los ciento cincuenta días entre el momento del transplante y la cosecha. De igual manera, se diferencian por el tamaño de la planta y de las cabezas o inflorescencias y por el color y la forma de las mismas, ya que unas pueden ser más compactas y grandes que otras ([mocity.blogspot.com/2011/04/brócoli-mata-la-bacteria-responsable-de.html](http://mocity.blogspot.com/2011/04/br%C3%B3coli-mata-la-bacteria-responsable-de.html), accesada el 23-11-2010 a las 13:15 horas). En general, para los huertos caseros se recomienda cultivares que emitan varias inflorescencias secundarias (laterales), para consumo fresco se prefieren cultivares precoces de gran tamaño de pella y buena conservación natural, y para la agroindustria se usan cultivares más tardíos, de alto rendimiento físico de materia prima de alta calidad (flores pequeñas, color verde oscuro, etc.) (http://www.uc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p161.html, accesada el 21-10-2010 a las 14:38 horas).

El aspecto esencial a tener en cuenta, en relación con la producción de materia prima para la obtención de productos de primera calidad, es cultivar las variedades más adecuadas, bajo condiciones específicas y cosecharlas en un correcto grado de madurez. Uno de los factores importantes en la elección es el elevado contenido en sólidos totales para mantener el aroma y el peso del producto. Por una parte las variedades pueden escogerse basándose en la producción total, en la facilidad de manipulación y procesado, así como en los factores de calidad y por otra las condiciones de cultivo, la composición del suelo, el clima y otros factores agronómicos pueden afectar la adecuación de un tipo de producto al procesado. Hay que considerar que los principales factores de calidad que

deben ser especificados son aroma, color, textura, ausencia de defectos y contaminantes; todos ellos están influidos por el cultivar, los factores agronómicos y la madurez del fruto en el momento de la recolección.

Para que una variedad, al trasponerla a un medio distante, responda de igual manera al manejo, tal como lo que ha hecho en su lugar de origen, es preciso que se repitan algunas condiciones. En la práctica, es muy difícil que esto suceda, porque se producen una multitud de variaciones. Las más frecuentes tienen que ver con el largo del día, temperatura, manejo, etc., pero muy especialmente con enfermedades. De aquí resulta que una variedad de excelentes cualidades en su país o zona llevada a otro medio, los efectos más notorios que pueden presentarse son falta de madurez o madurez muy temprana, ataque de enfermedades, todo lo cual puede repercutir en los rendimientos y calidad del producto obtenido.

Por otro lado, se busca cada día más la calidad del producto y ahí están relacionados el color, la forma, la piel, el sabor y el olor. Así se hace necesario desarrollar variedades adaptadas a diferentes fechas y zonas de cultivo que produzcan frutos iguales en forma, color, sabor, piel, calibre. Variedades con un largo ciclo productivo y con una buena conservación son también apreciadas para la consecución de este fin. Se buscan variedades que se adapten mejor tanto a las condiciones de la zona de cultivo como a las distintas estructuras en las que se cultiva. Así se investiga para obtener variedades que se adapten a cultivos al aire libre, a cultivos en invernaderos tradicionales, a cultivos en invernadero de cristal, con o sin calefacción. Cada uno de estos modos de cultivo generará una serie de demandas distintas en las variedades a cultivar.

Los objetivos de la mejora genética en brócoli se basan fundamentalmente en el incremento de los rendimientos, producción homogénea y recolección escalonada, adaptación de los factores agronómicos que influyen en el desarrollo de la planta y de la inflorescencia y resistencia a plagas y enfermedades. En brócoli, una de las mayores fuentes de innovación tecnológica ha sido la generación de nuevos cultivares e híbridos,

mejorados en sus rendimientos cuantitativos, en sus cualidades comerciales y en la conservación del producto final. Los cultivares e híbridos se diferencian básicamente por el tiempo que transcurre desde la plantación a cosecha, es así que el productor puede elegir desde materiales tempranos de 45 días a materiales tardíos de 150 días (http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/nf_011.htm, accesada el 28-09-2010 a las 19:53 horas). Los ciclos están muy influenciados por la época de transplante. Cser (1992), señala que la extensión del ciclo vegetativo es proporcional al número de hojas de las plantas, tamaño de los panes y rendimiento por hectárea.

El mejoramiento genético de empresas asiáticas, americanas y europeas, se ha orientado hacia el logro de rendimientos altos, uniformidad de las pellas, tolerancia a altas y bajas temperaturas, concentración de la producción, intensidad del brote axilar, resistencia a enfermedades y parámetros de calidad del pan (http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/nf_011.htm, accesada el 28-09-2010 a las 19:53 horas).

Los cultivares que se usan en Chile son de reciente introducción. La mayoría son híbridos que se caracterizan por su gran uniformidad tanto en lo morfológico como en la duración de sus diferentes etapas de desarrollo. Al seleccionar un cultivar para la producción comercial se busca que produzca un pan compacto, de buen tamaño, de color adecuado a las exigencias del mercado; que tenga plantas de alta adaptación a las condiciones del medio y que posea resistencia a enfermedades y plagas (CORFO, 1986). La elección del cultivar e híbrido dependerá del clima, del uso que se le dará y de las preferencias del mercado (Thompson y Kelly, 1953 citado en Robles, W, 1996).

3. MATERIALES Y MÉTODO.

3.1. Materiales.

3.1.1 Ubicación del ensayo.

El ensayo se realizó en el Campo Experimental Maquehue de la Universidad de la Frontera ubicado a 18 kilómetros al sureste de la ciudad de Temuco, entre el paralelo 38° 47' Latitud Sur y 73° 42' Longitud Oeste, en la depresión intermedia del valle central de Temuco, región de La Araucanía, en el segundo semestre del año 2010.

3.1.2 Clima y suelo.

El suelo del área corresponde, según la cartografía revisada, a la serie Freire. Son suelos andisoles desarrollados a partir de cenizas volcánicas modernas que ocupan una topografía plana a suavemente ondulada, dentro de la depresión intermedia de la IX región. Esta serie presenta un buen drenaje, con una pendiente general de 0-2 %, con una profundidad de 50-90 centímetros.

El Campo Experimental Maquehue se ubica dentro de un clima templado frío con 115 días libres de heladas durante el período estival, las primeras heladas comienzan en marzo. La sumatoria de grados día es 900° C. (base 5°C). La pluviometría anual entre los 1.200 a 1.500; el período seco dura 3,5 meses y la estación húmeda comienza en abril (Rouanet, 1992). Estos datos climáticos del sector concuerdan con los requerimientos de la especie sometida a estudio mediante el ensayo de variedades a realizar.

3.1.3 Tratamientos.

Los dos cultivares utilizados fueron los híbridos F1 Batavia y Rumba. Los tratamientos son los dos cultivares en bandejas de speedling para trasplante a raíz cubierta y bandejas para trasplante a raíz desnuda y las tres condiciones de manejo las cuales fueron establecerlas en invernadero, túnel y aire libre.

Los dos cultivares utilizados, las condiciones de manejo de las plántulas (túnel, aire libre e invernadero) y el tipo de plántula utilizado (raíz desnuda y cubierta), fueron medidos bajo diversos parámetros en distintos períodos de crecimiento en cuanto a su efecto sobre la producción de plántulas para trasplante. Todos tuvieron un manejo similar en cuanto a fechas de siembra, fertilizaciones, controles de plagas, malezas y enfermedades y riegos.

Las mediciones realizadas fueron morfológicas (altura de la plántula, el diámetro del tallo de la plántula y número de hojas de la plántula en diferentes momentos hasta el trasplante) y fenológicas (días transcurridos desde siembra a emergencia y días transcurridos desde siembra a transplante).

3.1.4 Distribución del ensayo.

Mediante sorteo aleatorio se distribuyeron los tratamientos en los tres sistemas de establecimiento. Se utilizaron bloques completos al azar para su estudio. Se dispusieron tres repeticiones para el caso de las bandejas de speedling (raíz cubierta) y cuatro repeticiones para las bandejas (raíz desnuda), las cuales fueron distribuidas al azar.

3.2 Métodos.

3.2.1 Siembra de almácigos.

La siembra del almácigo se realizó el día 6 de septiembre de 2010 para las bandejas de speedling (raíz cubierta) y el 7 de septiembre de 2010 para el caso de las bandejas (raíz desnuda), en un suelo tamizado el cual se dispuso en las bandejas para speedling y jardineras seleccionadas para el almácigo. Las semillas de cada cultivar fueron dispuestas en las bandejas de speedling colocando una por cada cubículo, siendo 128 cubículos por bandeja y 3 bandejas en total para cada tratamiento lo que nos da un total de 384 semillas por cada tratamiento. En las bandejas se dispusieron dos hileras con 40 semillas cada hilera y con 4 bandejas por tratamiento dando un total de 320 semillas por tratamiento. El suelo se regó previo a la siembra y la humedad se mantuvo con riegos periódicos. Según la literatura consultada los riegos diarios aseguran la humedad adecuada para obtener una buena germinación (Volosky, 1974, Boutherin y Bron, 1994; Giaconi y Escaff, 1999 y Maroto, 1994).

3.2.2 Preparación del suelo.

Se tomó material proveniente de compostaje con dos años de maduración, se le tamizó para eliminar piedrecillas y restos no deseados y fue balanceado nutricionalmente mediante la adición de super fosfato triple y salitre potásico. El suelo fue desinfectado mediante calor húmedo.

3.2.3 Riegos.

El suelo tenía una humedad adecuada al momento de la siembra y tanto las bandejas del almácigo como las jardineras fueron regadas con regaderas manuales, los que se realizaron cada dos días o según se considero necesario previa apreciación visual.

3.2.4 Fertilización.

El sustrato suelo utilizado para los contenedores fue balanceado nutricionalmente a razón de 500 gramos de urea, 700 gramos de superfosfato triple y 500 gramos de cloruro de potasio, considerando un metro cúbico de sustrato. En el momento del trasplante se aplicó el fósforo y el potasio, siendo incorporados al surco, en una sola dosis de 200 unidades de fósforo y 150 unidades de potasio por hectárea.

3.2.5 Control de malezas y plagas.

Se realizó un proceso de esterilización del suelo para almacigo el cual consistió en la técnica de aplicación de calor húmedo. No obstante aquello se realizó una supervisión diaria de la aparición de malezas durante el periodo de tiempo que tomó el experimento. Se manifestó un ataque de babosas durante el período de almácigo el cual fue controlado con metaldehido.

3.2.6 Trasplante.

Las siglas utilizadas tienen la siguiente significación: R (cultivar Rumba); B (cultivar Batavia); D (raíz desnuda); C (raíz cubierta); I (invernadero); T (túnel); A (aire libre). El

trasplante se realizó el día el día 23 de octubre de 2010 para los tratamientos RDT, RDI y BDI, el día 25 de octubre de 2010 para el tratamiento BDA, el día 26 de octubre de 2010 para los tratamientos BDT y BCI, el día 27 de octubre de 2010 para los tratamientos BCT, RCI y RDT, el día 28 de octubre de 2010 para los tratamientos BCA y RCT y el día 30 de octubre de 2010 para los tratamientos RCA y RDA, en un terreno previamente roturado y rastreado, el cual fue mullido manualmente con rastrillo. La distancia de plantación fue de 0,50 m entre hileras y de 0,40 m sobre la hilera, con una población de 50.000 plantas/hectárea, disponiéndose 3 hileras de 8 plántulas cada una por tratamiento para el estudio, lo que concuerda por lo reseñado por la literatura consultada que en general recomienda trasplantar a una densidad de 70 cm entre surcos y 40-50 cm entre plantas. El suelo se regó posterior al trasplante y la humedad se mantuvo mediante riegos periódicos.

Se realizó aplicación preventiva de metaldehído para el control de babosas por el contorno de las parcelas. Fue necesario realizar una reposición de plántulas los días 02 y 07 de Noviembre de 2010 debido a la presencia de aves tales como tordos y torcazas, las cuales causaron una merma considerable en las parcelas.

3.3 Evaluaciones.

Las evaluaciones se efectuaron sobre las plántulas centrales de cada bandeja para speedling y jardinera y se considero como borde las primeras plantas de cada extremo.

3.3.1 Evaluaciones morfológicas.

Para realizar estas evaluaciones se consideraron los siguientes parámetros:

a).-Altura de la plántula (cm.): Se midió la distancia desde la superficie del suelo hasta el extremo superior de la hoja de menor longitud de la planta.

b).-Número de hojas de la plántula (cm): Se obtuvo enumerando las hojas de la planta.

c).-Diámetro del tallo (cm): Se obtuvo midiendo transversalmente el tallo de la planta.

3.3.2 Evaluaciones fenológicas.

En el desarrollo del cultivo se realizaron las siguientes evaluaciones:

a).-Días transcurridos desde siembra a emergencia: Se contaron los días desde que se sembró el almácigo hasta la emergencia de más del 50 % de las plántulas.

b).-Días transcurridos desde siembra a trasplante: Para esta evaluación se contaron los días desde que se realizó la siembra hasta que el 50 % de las plántulas estuvieron dispuestas para el trasplante.

4. RESULTADOS.

4.1 Evaluaciones morfológicas.

4.1.1 Altura de plántulas.

En el análisis estadístico efectuado se observaron efectos significativos sobre la altura de las plántulas de los cultivares, del tipo de plántula y del sistema de producción de plántulas así como en las diversas interacciones durante las primeras etapas del desarrollo de las plántulas, pero estas no se manifestaron al momento del trasplante. Extrañamente la interacción cultivar-tipo de plántula no manifestó diferencias significativas en ninguna de las mediciones.

Cuadro N° 1 Efecto de tratamientos sobre la altura de las plántulas en distintas etapas de desarrollo desde la siembra al trasplante.

Fuente	Altura	N° hojas	Diámetro del tallo
Cultivar (A)	NS	**	**
Tipo de plántula (B)	NS	**	**
Sist. de Producción (C)	NS	NS	NS
Interacción AxB	NS	**	**
Interacción AxC	NS	NS	NS
Interacción BxC	NS	NS	NS
Interacción AxBxC	NS	**	**

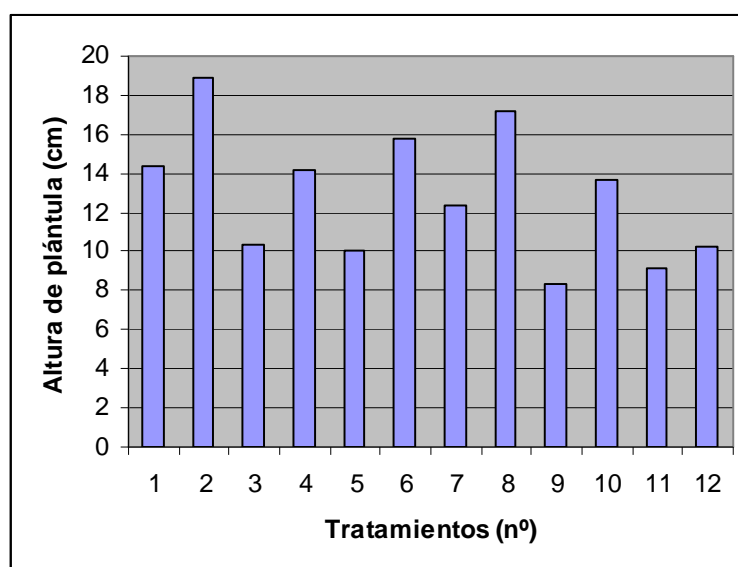
*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

** : Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.

NS: Indica efecto no significativo.

Cuadro N° 2 Altura de las plántulas (cm) en distintas etapas de desarrollo.

	Tratamientos	30 días	34 días	38 días	45 días	trasplante
1	BataviaRaízCubiertaInvernadero	6,5	10,3	11,8	13,7	14,3
2	BataviaRaízDesnudaInvernadero	8,5	14,0	21,3	25,0	18,9
3	BataviaRaízCubiertaTúnel	4,8	6,2	8,8	10,2	10,4
4	BataviaRaízDesnudaTúnel	5,8	7,8	13,2	13,8	14,2
5	BataviaRaízCubiertaAireLibre	3,0	5,1	6,6	7,3	10,1
6	BataviaRaízDesnudaAireLibre	5,0	7,3	10,8	14,1	15,8
7	RumbaRaízCubiertaInvernadero	7,5	7,2	8,5	10,7	12,3
8	RumbaRaízDesnudaInvernadero	8,5	9,6	16,9	19,1	17,2
9	RumbaRaízCubiertaTúnel	2,1	4,5	6,3	7,8	8,3
10	RumbaRaízDesnudaTúnel	1,4	4,3	7,6	11,6	13,7
11	RumbaRaízCubiertaAireLibre	2,0	3,3	4,8	6,3	9,1
12	RumbaRaízDesnudaAireLibre	2,2	3,8	6,4	9,5	10,3

Gráfico N° 1 Altura de las plántulas (cm) al trasplante.

Pese a no encontrar referencias a la altura de plántulas en las primeras etapas de su desarrollo, en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57311101004>, accesada el 18-09-2012 a las 23:01 horas, se señala que el crecimiento de la planta en altura es reducido y prácticamente sin diferencia entre tratamientos durante los primeros 42 días después del trasplante, lo que parcialmente concuerda con lo apreciado en los datos reportados por este trabajo. En <http://www.sakata.com.mx/paginas/ptbrocoli.htm>, accesada el 18-09-2010 a las 22:42 horas, se dice que el brócoli tiene un porte intermedio alrededor de los 55 a 65 cm. Bravo y Aldunate (1993) reportan una altura de 60 a 80 cm.

4.1.2 Número de hojas de la plántula.

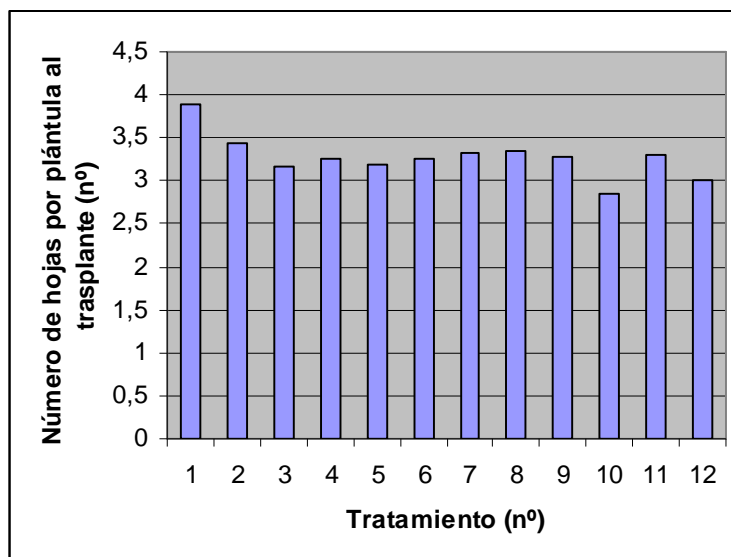
Cuadro N° 3 Número de hojas de las plántulas en distintas etapas de su desarrollo.

	Tratamientos	30 días	34 días	38 días	45 días	Trasplante
1	BataviaRaízCubiertaInvernadero	1,6	1,9	2,7	3,8	3,20 ab
2	BataviaRaízDesnudaInvernadero	1,9	2,1	3,2	3,3	3,14 ab
3	BataviaRaízCubiertaTúnel	0,9	1,9	2,4	3,1	3,16 ab
4	BataviaRaízDesnudaTúnel	0,8	1,7	2,4	3,1	3,27 a
5	BataviaRaízCubiertaAireLibre	0,5	1,5	1,9	2,9	3,22 a
6	BataviaRaízDesnudaAireLibre	0,8	1,8	2,5	3,3	3,25 a
7	RumbaRaízCubiertaInvernadero	0,8	1,3	1,9	3,3	3,08 abc
8	RumbaRaízDesnudaInvernadero	0,8	1,4	2,1	3,2	3,06 abc
9	RumbaRaízCubiertaTúnel	0,3	1,1	1,5	2,5	3,28 a
10	RumbaRaízDesnudaTúnel	0,1	0,3	0,9	1,6	2,84 c
11	RumbaRaízCubiertaAireLibre	0,2	0,8	1,1	1,9	3,28 a
12	RumbaRaízDesnudaAireLibre	0,3	0,4	0,8	1,6	2,95 bc

En el análisis estadístico efectuado se observaron efectos altamente significativos de los cultivares sobre el número de hojas de las plántulas en todas las mediciones. El tipo de plántula manifestó efectos altamente significativos sólo en las últimas dos mediciones, siendo estos no significativos en las primeras mediciones. El sistema de producción de plántulas manifestó efectos altamente significativos en las primeras mediciones, siendo estos no significativos en el trasplante. La interacción cultivar-tipo de plántula manifestó efectos altamente significativos durante el período de medición. La interacción de todos los tratamientos solo manifestó efectos altamente significativos al momento del trasplante. Las otras interacciones presentaron resultados variables en el transcurso de las mediciones.

La mayor parte de los autores señalan que el trasplante se hace cuando las plántulas han desarrollado entre tres y seis hojas verdaderas (Casseres, 1980; Bravo y Aldunate, 1993 y Marotto, 1994), lo que concuerda con la cantidad de hojas que tenían las plántulas al momento del trasplante.

Gráfico N° 2 Número de hojas de las plántulas (n°) al trasplante.



4.1.3 Diámetro del tallo.

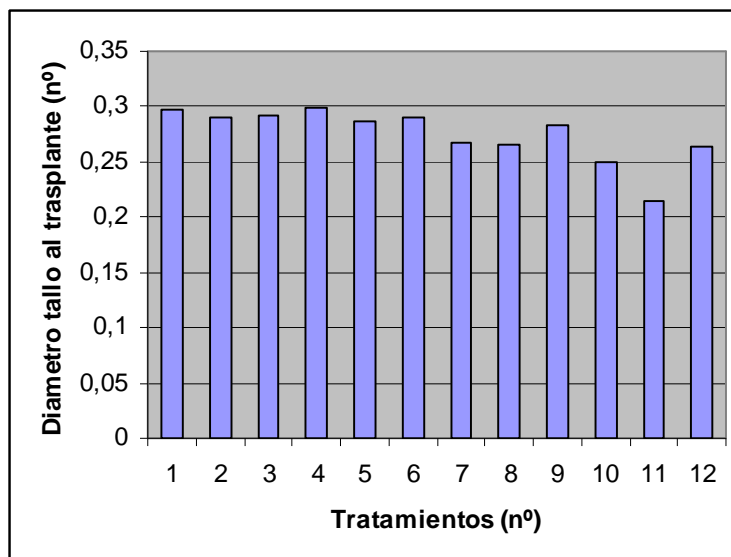
En el análisis estadístico efectuado se observaron efectos altamente significativos de los cultivares, del tipo de plántula, de la interacción cultivar-tipo de plántula y de la interacción cultivar-tipo de plántula-sistema de producción sobre el diámetro del tallo de las plántulas al momento del trasplante. El sistema de producción, la interacción cultivar-sistema de producción y la interacción tipo de plántula-sistema de producción manifestaron efectos no significativos al momento del trasplante.

Cuadro N° 4 Diámetro del tallo de las plántulas (cm) en distintas etapas de su desarrollo.

	Tratamientos	30 días	34 días	38 días	45 días	trasplante
1	BataviaRaízCubiertaInvernadero	0,1	0,1	0,15	0,2	0,287 abc
2	BataviaRaízDesnudaInvernadero	0,1	0,1	0,2	0,2	0,291 abc
3	BataviaRaízCubiertaTúnel	0,1	0,1	0,15	0,2	0,292 ab
4	BataviaRaízDesnudaTúnel	0,1	0,1	0,15	0,2	0,299 a
5	BataviaRaízCubiertaAireLibre	0,1	0,1	0,15	0,2	0,297 a
6	BataviaRaízDesnudaAireLibre	0,1	0,1	0,2	0,2	0,290 abc
7	RumbaRaízCubiertaInvernadero	0,1	0,1	0,15	0,2	0,283 abc
8	RumbaRaízDesnudaInvernadero	0,1	0,1	0,15	0,2	0,264 cd
9	RumbaRaízCubiertaTúnel	0,1	0,1	0,15	0,2	0,283 abc
10	RumbaRaízDesnudaTúnel	0,1	0,1	0,2	0,2	0,249 d
11	RumbaRaízCubiertaAireLibre	0,1	0,1	0,2	0,2	0,267 bcd
12	RumbaRaízDesnudaAireLibre	0,1	0,1	0,2	0,2	0,266 bcd

A pesar de realizarse varias mediciones del diámetro del tallo no se consideró necesario realizar más análisis que el del momento del trasplante debido a lo similar de los datos recolectados con anterioridad al trasplante.

Gráfico N° 3 Diámetro del tallo de las plántulas (cm) al trasplante.



El diámetro del tallo tuvo similar tendencia de desarrollo en todos los tratamientos durante todo el ciclo del cultivo a excepción del momento del trasplante, en el que hubo diferencias significativas entre los diversos tratamientos. Según información recolectada de internet, el diámetro de tallo al momento del trasplante fue del orden de los 2,6 a los 2,76 centímetros (información disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57311101004>, accesada el 15-11-2010 a las 09:15 horas), lo que concuerda con los datos recolectados.

4.2 Evaluaciones fenológicas.

4.2.1 Días transcurridos desde siembra a emergencia.

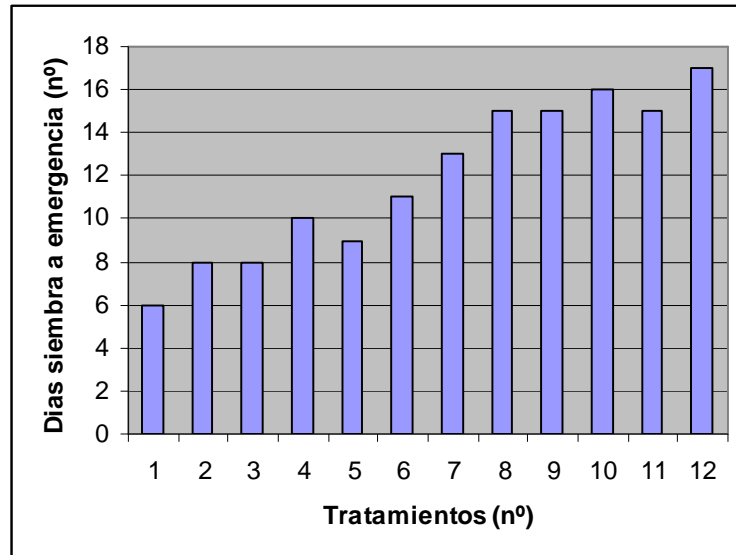
Se evaluaron los diversos tratamientos para determinar los días necesarios para la emergencia de las plántulas. Se aprecia un leve adelantamiento en la emergencia de los

tratamientos a raíz cubierta por sobre su correspondiente tratamiento a raíz desnuda y un menor tiempo en emerger para los tratamientos del varietal Batavia por sobre el varietal Rumba.

Los datos para el cultivar Batavia en todos los tratamientos concuerdan con lo señalado por diversos autores, tales como Cásseres (1980), que señala 3 a 4 días, Drager (1981) que indica 8 días y Caillet (1995) que reporta 5 a 7 días para la emergencia. Los datos del cultivar Rumba son todos mayores a lo señalado por la literatura.

Cuadro N° 5 Número de días desde siembra a emergencia.

	Tratamientos	N° de días
1	BataviaRaízCubiertaInvernadero	6
2	BataviaRaízDesnudaInvernadero	8
3	BataviaRaízCubiertaTúnel	8
4	BataviaRaízDesnudaTnvernadero	10
5	BataviaRaízCubiertaAireLibre	9
6	BataviaRaízDesnudaAireLibre	11
7	RumbaRaízCubiertaInvernadero	13
8	RumbaRaízDesnudaInvernadero	15
9	RumbaRaízCubiertaTúnel	15
10	RumbaRaízDesnudaTúnel	16
11	RumbaRaízCubiertaAireLibre	15
12	RumbaRaízDesnudaAireLibre	17

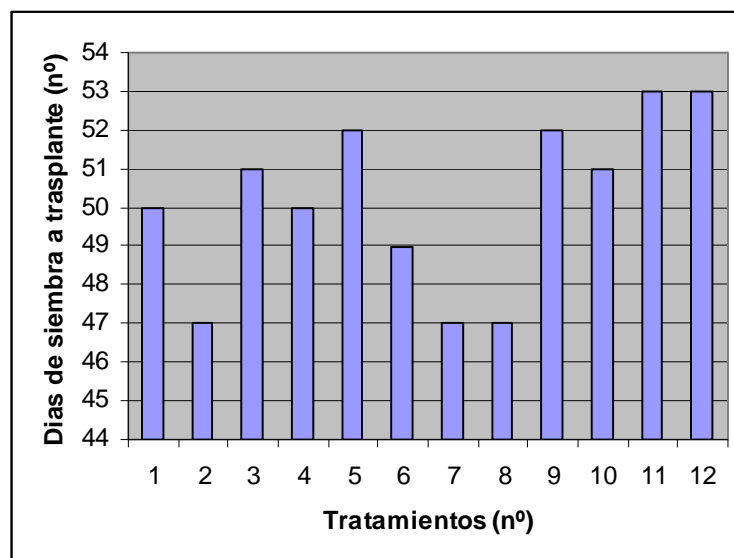
Gráfico N° 5 Número de días desde siembra a emergencia.

4.2.2 Días transcurridos desde siembra a trasplante.

Según diversos autores, normalmente en verano se obtiene la plántula a los 30 días y en invierno a los 45 días. Otros señalan que el trasplante se debe de realizar cuando la planta tenga de 30 a 35 días en invernadero o creciendo en condiciones óptimas (20-25°C). Los datos de ambos cultivares para todos los tratamientos serían concordantes con lo señalado por Casseres (1980) que indica que el trasplante se efectúa de las 4 a 6 semanas.

Cuadro N° 6 Número de días desde siembra a trasplante.

	Tratamientos	N° de días
1	BataviaRaízCubiertaInvernadero	50
2	BataviaRaízDesnudaInvernadero	47
3	BataviaRaízCubiertaTúnel	51
4	BataviaRaízDesnudaTnvernadero	50
5	BataviaRaízCubiertaAireLibre	52
6	BataviaRaízDesnudaAireLibre	49
7	RumbaRaízCubiertaInvernadero	47
8	RumbaRaízDesnudaInvernadero	47
9	RumbaRaízCubiertaTúnel	52
10	RumbaRaízDesnudaTúnel	51
11	RumbaRaízCubiertaAireLibre	53
12	RumbaRaízDesnudaAireLibre	53

Gráfico N° 6 Número de días desde siembra a trasplante.

5 CONCLUSIONES.

Los cultivares mostraron ciclos diferenciados estadísticamente entre sí. La duración del período desde siembra a emergencia estuvo en un rango que va desde los 6 a los 11 para el cultivar Batavia y desde los 13 a los 17 días para el cultivar Rumba. La duración del período de siembra a trasplante estuvo en un rango que va desde los 47 a los 52 para el cultivar Batavia y desde los 47 a los 53 días para el cultivar Rumba.

El diámetro de los tallos de las plántulas tuvo un crecimiento similar para todos los tratamientos y para ambos cultivares, siendo al momento del trasplante del orden de los 0,3 centímetros.

El número de hojas de las plántulas en distintas épocas de su desarrollo para todos los tratamientos y para ambos cultivares fue similar siendo ligeramente superior en los tratamientos correspondientes al invernadero para ambos cultivares.

La altura de las plántulas en distintas etapas de desarrollo fue superior para los tratamientos a raíz desnuda y para ambos cultivares, al momento del trasplante estuvo en un rango desde los 10,25 a los 18,9 centímetros.

6. RESUMEN

El brócoli (*Brassica oleracea* L. var *italica*), es una hortaliza de reciente introducción en el país. Su área de cultivo se concentra en la zona central, sin embargo se adapta bien a las zonas centro sur y sur del país.

La presente investigación, realizada durante la temporada 2010, evaluó dos cultivares de brócoli mediante el sistema de almacigo y trasplante bajo dos sistemas de establecimiento (raíz cubierta y raíz desnuda) y tres condiciones de manejo (invernadero, túnel y aire libre). El ensayo se efectuó en el Campo Experimental Maquehue de la Universidad de la Frontera ubicado a 22 kilómetros al sureste de la ciudad de Temuco.

La siembra del almacigo se realizó el día 6 de septiembre de 2010 para las bandejas de speedling (raíz cubierta) y el 7 de septiembre de 2010 para el caso de las jardineras (raíz desnuda). Las semillas de cada variedad fueron dispuestas en las bandejas de speedling colocando una por cada cubículo, siendo 128 cubículos por bandeja y 3 bandejas en total para cada tratamiento lo que nos da un total de 384 semillas por cada tratamiento. En las jardineras se dispusieron dos hileras con 40 semillas cada hilera y con 4 jardineras por tratamiento dando un total de 320 semillas por tratamiento

Los parámetros evaluados fueron períodos fenológicos y características morfológicas de las plántulas desde la siembra hasta el trasplante.

Aunque ambos cultivares mostraron diferencias en su período de siembra a emergencia este fue similar al momento del trasplante.

El diámetro de los tallos de las plántulas tuvo un crecimiento similar para todos los tratamientos y para ambos cultivares durante el período desde la siembra al trasplante. El número de hojas de las plántulas en distintas épocas de su desarrollo para todos los

tratamientos y para ambos cultivares fue similar siendo ligeramente superior en los tratamientos correspondientes al invernadero para ambos cultivares.

La altura de las plántulas en distintas etapas de desarrollo fue superior para los tratamientos a raíz desnuda y para ambos cultivares, al momento del trasplante estuvo en un rango desde los 10,25 a los 18,9 centímetros.

7. SUMMARY

Broccoli (*Brassica oleracea* L. var *italica*), is a new vegetable species, introduced recently in Chile. The growing area is mainly concentrated in central Chile, it is however very well adapted to the climate of the central-south and south parts of the country.

The present research, which was carried out in the period 2010, evaluated two cultivars of brócoli. The crop was established through the nursery and transplant under two systems of establishment (covered root and root undresses) and three management conditions (greenhouse, tunnel and outdoors). The experiment took place at Maquehue Experimental Field of La Frontera University, located twenty two kilometers southestern of Temuco in La Araucanía region.

The sowing of the nursery realized on September 6, 2010 for the trays of speedling (covered root) and on September 7, 2010 for the case of the window boxes (root naked). The seeds of every variety were arranged in the trays of speedling placing one for every cubicle, being 128 cubicles for tray and 3 trays in total for every treatment what gives us a total of 384 seeds for every treatment. In the window boxes two rows arranged with 40 seeds every row and with 4 window boxes for treatment giving a total of 320 seeds for treatment.

The evaluated parameters were phenologic periods and morphologic characteristics of the plants from the sowing up to the transplant.

Though both cultivars showed they showed differences in his period of sowing to emergency this one was similar to the moment of the transplant.

The diameter of the stems of the plants had a similar growth for all the treatments and for both cultivars during the period from the sowing to the transplant. The number of leaves of the plants in different epochs of his development for all the treatments and for both

cultivars it was similar being slightly superior in the treatments corresponding to the greenhouse for both cultivars.

The height of the plants in different stages of development was superior for the treatments to take root and for both cultivars, being to the moment of the transplant in a range from the 10,25 to 18,9 centimeters.

6. LITERATURA CITADA.

- Boutherin, D. y Bron, G.** 1994. Multiplicación de plantas hortícolas. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 225 p.
- Bravo, A; Aldunate, P; 1993.** El Brócoli (*Brassica oleracea* var *italica*) Chile Hortofrutícola. 6 (29: 22-35)
- Cásseres, E.** 1980. Producción de hortalizas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José de costa Rica. 387 p.
- Caillet, D.** 1995. Evaluación de cinco cultivares de Brócoli (*Brassica oleracea* var *italica*) en dos épocas de establecimiento Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco. Chile. 92 p.
- CORFO.** 1986. Monografías Hortícolas. Pontificia Universidad Católica de Chile-Corporación de Fomento a la Producción. 98 p.
- Cser, A.** 1992. Efecto de cuatro épocas de establecimiento y dos cultivares de brócoli (Pirate, Packman) (*Brassica oleracea* var *italica*) en dos estaciones del año sobre el rendimiento y calidad para congelado. Tesis de Grado (Ing. Agr.). Universidad de Concepción. Chillan. Chile. 107 p.
- Denisen, E. L.** 1990. Fundamentos de horticultura. Cultivo de hortalizas, plantas y flores. Segunda Edición. Editorial Limusa S. A. de c. v. D. F. México. 604 p.
- Drager, J.** 1981. El cultivo de brócoli: Una hortaliza nueva en el mercado chileno. Revista El Campesino. Vol 112 (6): 28-34.
- Krarup, A.** 1986. Brócoli una especie hortofrutícola de futuro en nuestro país. Revista del Ingeniero Agrónomo N° 9-10: p 39-41.
- Giaconi, V.M. y Escaff, M. G.** 1999. Cultivo de hortalizas. Decimocuarta edición. Editorial Universitaria. Colección Nueva Técnica. Santiago. Chile. 336 p.

Marotto, J. V. 1994. Horticultura herbácea especial. Editorial Mundi-Prensa. Cuarta Edición. Madrid. España. 611 p.

Marotto, J. V. 1994. Elementos de Horticultura general. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España. 566 p.

Pihan, R. y Guerrero, J. 1989. Curso de hortalizas. Tercera parte. Convenio INIA INDAP. Documento Interno. N° 8. Temuco INIA Estación Experimental Carillanca. 38 p.

Raeburn, J. R. 1987. Agricultura. Bases, principios y desarrollo. Editorial Revertè. Barcelona. España.

Rouanet, J. L. 1992. 25 años de observaciones metereológicas: estación agrometereológica Carillanca. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA. 93 p.

Seymour, J. 1981. El horticultor autosuficiente. Editorial Blume. Primera Reimpresión. Barcelona. España. 256 p.

Volosky, E. Y. 1974. Hortalizas. Cultivo y producción en Chile. Editorial Universitaria. 353 p.

<http://www.abcagro.com/hortalizas/brocli.asp>, accesada el 21-10-2010 a las 14:58 horas.

<http://www.sakata.com.mx/paginas/ptbrocoli.htm>, accesada el 18-09-2010 a las 22:42 horas,

<http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>, accesada el 18-09-2010 a las 22:58 horas.

<http://www.venelogia.com/archivos/3192>, accesada el 18-09-2010 a las 21:46 horas.

http://www.uc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p161.html, accesada el 21-10-2010 a las 14:38 horas.

<http://www.faxsa.com.mx/semflor1/seaaa10.htm>, accesada el 18-09-2010 a las 22:18 horas.

http://www.evita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_17.htm, accesada el 18-09-2010 a las 20:16 horas.

<http://www.misjardines.net/como-hacer-un-jardin/cultivo-de-almacigos.php>, accesada el 18-09-2010 a las 12:33 horas.

[mocacity.blogspot.com/2011/04/brócoli-mata-la-bacteria-responsable-de.html](http://mocacity.blogspot.com/2011/04/br%C3%B3coli-mata-la-bacteria-responsable-de.html), accesada el 23-11-2010 a las 13:15 horas

<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/18519.html>, accesada el 18-09-2010 a las 16:18 horas.

<http://www.agriculturaurbana.galeon.com/productos1359686.html>, accesada el 18-09-2010 a las 16:38 horas.

<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57311101004>, accesada el 15-11-2010 a las 09:15 horas

<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/brocoli.htm>, accesada el 18-09-2010 a las 16:25 horas.

<http://www.made-in-argentina.com/alimentos/hortalizas/temas%20relacionados/tecnicas%20de%20cultivo%20en%20argentina.htm>, accesada el 28-09-2010 a las 23:18 horas.

http://www.uc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p161.html, accesada el 21-10-2010 a las 14:38 horas.

http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/nf_011.htm, accesada el 28-09-2010 a las 19:53 horas.

7 ANEXOS

Cuadro 1. Composición nutritiva de 100 g de parte comestible de brócoli.

Componente	Brócoli crudo		Brócoli cocido	
	Contenido	Unidad	Contenido	Unidad
Agua	91,00	%	90,00	%
Carbohidratos	5,30	g	5,56	g
Proteínas	2,65	g	2,78	g
Lípidos	0,66	g	0,56	g
Calcio	47,68	mg	113,89	mg
Fósforo	66,23	mg	47,68	mg
Fierro	0,86	mg	1,17	mg
Potasio	325,17	mg	162,78	mg
Sodio	27,15	mg	11,11	mg
Vitamina A (valor)	1543,05	UI	1411,11	UI
Tiamina	0,07	mg	0,08	mg
Riboflavina	0,12	mg	0,21	mg
Niacina	0,66	mg	0,78	mg
Ácido ascórbico	93,38	mg	62,78	mg
Valor energético	26,49	cal	27,78	cal

Cuadro N° ANDEVA para variable de respuesta N° de Hojas 1.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	F	Significación
Cultivar (A)	1	4,5011106	231,5528	** <,0001
Tipo de plántula (B)	1	0,0413912	2,1293	0,1549
Sist. de Producción (C)	2	6,3139701	162,4063	** <,0001
Interacción AxB	1	0,0942618	4,8492	* 0,0355
Interacción AxC	2	0,3769978	9,697	** 0,0006
Interacción BxC	2	0,274421	7,0586	** 0,0031
Interacción AxBxC	2	0,0505407	1,3	0,2874

*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

**: Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.

Cuadro N° ANDEVA para variable de respuesta N° de Hojas 2.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	F	Significación
Cultivar (A)	1	8,662249	77,1063	** <,0001
Tipo de plántula (B)	1	0,0747521	0,6654	0,4211
Sist. de Producción (C)	2	2,3594443	10,5012	** 0,0003
Interacción AxB	1	0,465801	4,1463	0,0506
Interacción AxC	2	0,2289052	1,0188	0,3732
Interacción BxC	2	0,8581249	3,8193	** 0,0333
Interacción AxBxC	2	0,2834206	1,2614	0,2978

*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

**: Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.

Cuadro N° ANDEVA para variable de respuesta N° de Hojas 3.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	F	Significación
Cultivar (A)	1	11,497443	158,1114	** <,0001
Tipo de plántula (B)	1	0,009682	0,1331	0,7178
Sist. de Producción (C)	2	7,876087	54,1555	** <,0001
Interacción AxB	1	1,127954	15,5115	** 0,0005
Interacción AxC	2	0,440687	3,0301	0,0633
Interacción BxC	2	0,510454	3,5099	** 0,0427
Interacción AxBxC	2	0,017224	0,1184	0,8887

*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

**: Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.

Cuadro N° ANDEVA para variable de respuesta N° de Hojas 4.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	F	Significación
Cultivar (A)	1	8,3342574	122,4009	** <,0001
Tipo de plántula (B)	1	1,0650844	15,6423	** 0,0004
Sist. de Producción (C)	2	7,4515661	54,7186	** <,0001
Interacción AxB	1	0,5839167	8,5757	** 0,0064
Interacción AxC	2	1,5479666	11,3671	** 0,0002
Interacción BxC	2	0,447269	3,2844	0,0513
Interacción AxBxC	2	0,4259327	3,1277	0,0584

*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

**: Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.

Cuadro N° ANDEVA para variable de respuesta N° de Hojas 5.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	F	Significación
Cultivar (A)	1	0,21466875	18,3786	** 0,0001
Tipo de plántula (B)	1	0,18228675	15,6063	** 0,0003
Sist. de Producción (C)	2	0,02869679	1,2284	0,3047
Interacción AxB	1	0,23744533	20,3286	** <,0001
Interacción AxC	2	0,01388787	0,5945	0,5572
Interacción BxC	2	0,04437037	1,8994	0,1644
Interacción AxBxC	2	0,16310079	6,9819	** 0,0027

*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

** : Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.

Cuadro N° ANDEVA para variable de respuesta Altura de plántulas 1.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	F	Significación
Cultivar (A)	1	27,196011	134,5225	** <,0001
Tipo de plántula (B)	1	0,937236	4,6359	* 0,0395
Sist. de Producción (C)	2	14,377512	35,5585	** <,0001
Interacción AxB	1	1,068305	5,2843	* 0,0287
Interacción AxC	2	0,319009	0,789	0,4635
Interacción BxC	2	4,211665	10,4163	** 0,0004
Interacción AxBxC	2	2,945305	7,2843	** 0,0026

*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

** : Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.

Cuadro N° ANDEVA para variable de respuesta Altura de plántulas 2.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	F	Significación
Cultivar (A)	1	61,481272	221,009	** <,0001
Tipo de plántula (B)	1	0,299788	1,0777	0,3075
Sist. de Producción (C)	2	41,591102	74,7545	** <,0001
Interacción AxB	1	2,064128	7,42	* 0,0107
Interacción AxC	2	0,85302	1,5332	0,2323
Interacción BxC	2	16,174434	29,0714	** <,0001
Interacción AxBxC	2	4,154665	7,4675	** 0,0023

*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

**: Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.

Cuadro N° ANDEVA para variable de respuesta Altura de plántulas 3.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	F	Significación
Cultivar (A)	1	83,801596	198,4196	** <,0001
Tipo de plántula (B)	1	1,354301	3,2066	0,0834
Sist. de Producción (C)	2	28,563733	33,8156	** <,0001
Interacción AxB	1	0,939307	2,224	0,1463
Interacción AxC	2	0,265493	0,3143	0,7327
Interacción BxC	2	17,925954	21,2219	** <,0001
Interacción AxBxC	2	1,57793	1,8681	0,1719

*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

**: Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.

Cuadro N° ANDEVA para variable de respuesta Altura de plántulas 4.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	F	Significación
Cultivar (A)	1	75,811333	225,9786	** <,0001
Tipo de plántula (B)	1	4,222726	12,5871	** 0,0013
Sist. de Producción (C)	2	32,728851	48,7791	** <,0001
Interacción AxB	1	1,5957	4,7565	* 0,0372
Interacción AxC	2	1,955495	2,9145	0,0697
Interacción BxC	2	64,318001	95,8596	** <,0001
Interacción AxBxC	2	3,598339	5,363	* 0,0102

*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

**: Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.

Cuadro N° ANDEVA para variable de respuesta Altura de plántulas 5.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	F	Significación
Cultivar (A)	1	2387432,7	0,9915	0,326
Tipo de plántula (B)	1	2417550,1	1,004	0,323
Sist. de Producción (C)	2	4827392,8	1,0024	0,377
Interacción AxB	1	2399767,3	0,9966	0,3248
Interacción AxC	2	4819317,3	1,0007	0,3776
Interacción BxC	2	4779426,2	0,9925	0,3806
Interacción AxBxC	2	4830786,2	1,0031	0,3767

*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

**: Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.

Cuadro N° ANDEVA para variable de respuesta Diámetro de plántulas 5.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	F	Significación
Cultivar (A)	1	0,00699046	52,4170	<,0001*
Tipo de plántula (B)	1	0,00087501	6,5611	0,0148*
Sist. de Producción (C)	2	0,00001015	0,0381	0,9627
Interacción AxB	1	0,00118246	8,8665	0,0052*
Interacción AxC	2	0,00047270	1,7722	0,1845
Interacción BxC	2	0,00018954	0,7106	0,4981
Interacción AxBxC	2	0,00114276	4,2844	0,0214*

*: Indica efecto significativo con $P \leq 0,05$ según Tukey.

** : Indica efecto significativo con $P \leq 0,01$ según Tukey.