



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

“Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

Efectos del volumen del contenedor y de manta térmica en el  
rendimiento del cultivo de lechuga  
(*Lactuca sativa* L.)

**EVANGELINA SUÁREZ**  
**D.N.I. 32.477.255**

**DIRECTOR: Ing. Agr. Ms. Sc: Omar Plevich**  
**CO-DIRECTOR: Ing. Agr. Diego Ramos**

**Río Cuarto - Córdoba**  
**Abril 2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del Trabajo Final: “**EFFECTOS DEL VOLUMEN DEL CONTENEDOR Y DE MANTA TÉRMICA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*)**”

Autor: Suárez, Evangelina

DNI: 32.477.255

Director: Ms. Sc. Ing. Agr. Omar Plevich.

Co-Director: Ing. Agr. Diego Ramos.

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:

Ing. Agr. Liliana E. Grosso \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Sergio Estévez \_\_\_\_\_

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Aprobado por Secretaría Académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Secretario Académico \_\_\_\_\_

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi familia:

A mi mamá, María Emilia Enrici y a mi papá, Oscar José Suárez, por su apoyo permanente. Por escucharme, enseñarme, aconsejarme y, por el trabajo y el esfuerzo que día a día realizaron para que pudiera cumplir mi sueño de ser Ingeniera Agrónoma.

A mis hermanos, Rosalía, Gabriel y Nicolás, por estar presentes en todas las instancias, por aquellas discusiones al momento del estudio, y por sobre todo por aquellos momentos de risas y palabras de aliento.

A mi abuela “Negra”, por sus rezos a la hora de los exámenes, por estar siempre pendiente de los resultados a lo largo de la carrera, y por su entrega de amor infinito.

A mi novio, Victor, por su contención, su preocupación y apoyo, por su aguante en los días previos a rendir y por estar siempre.

Una especial dedicación a mis abuelos, Hector y “Lito”, porque fueron dos pilares muy importantes en mi vida y por ser, en gran parte, los responsables de la persona que hoy soy.

## **AGRADECIMENTOS**

Les agradezco de manera especial a Diego Ramos y a Fabricio Salusso, por permitirme realizar esta instancia en la cátedra de Horticultura, por su tiempo y apoyo en las actividades de campo y laboratorio, por compartirme sus conocimientos e ideas para hacer esta tarea más interesante. Por sus consejos y mates que hicieron más ameno este trabajo y por conseguir los insumos necesarios para llevar adelante este proyecto.

Agradezco a Guillermo Heider por su aporte, ayuda e interés en este trabajo.

Los agradecimientos también están dirigidos a Gastón Pautaso y Federico Roccia, por compartir las actividades de campo y hacer el trabajo más fácil. Por su apoyo incondicional en este trabajo y su presencia a lo largo de toda la carrera a mi compañera de estudio y amiga personal Soledad Salas.

## ÍNDICE GENERAL

Índice general.....	IV
Índice de tablas.....	VI
Índice de figuras.....	VII
Índice de gráficos.....	VIII
Resumen.....	IX
Summary.....	X
Introducción.....	1
Importancia alimenticia de las hortalizas.....	1
Origen e importancia del cultivo de lechuga.....	1
Características de la especie.....	2
Antecedentes.....	4
PRODUCCIÓN DE PLANTINES.....	5
USO DE LA MANTA TÉRMICA.....	9
Hipótesis.....	13
Objetivos.....	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos.....	14
Materiales y métodos.....	15
ETAPA DE PRODUCCIÓN DE PLANTINES.....	15
Evaluación durante la etapa de producción del plantin.....	16
ETAPA DE PRODUCCIÓN A CAMPO.....	17
Cuantificación de las variables ambientales en el microambiente del cultivo de lechuga.....	19
Síntesis del comportamiento de las diferentes bandejas de germinación y uso de manta térmica sobre la evolución de la biomasa aérea y el rendimiento del cultivo.....	21
Resultados y discusiones.....	22
1-Producción de plantines.....	22
1-1 Número de hojas.....	22
1-2 Altura de plantines.....	24
1-3 Longitud de raíces.....	25
1-4 Biomasa en peso verde y seco de plantines.....	26
2-Producción a campo.....	28

Cuantificación de las variables ambientales en el microambiente del cultivo de lechuga.....	28
2-1 Radiación.....	28
2-2 Temperatura del suelo.....	29
2-3 Humedad del suelo.....	30
2-4 Temperatura del aire.....	31
2-5 Humedad relativa del aire.....	32
Síntesis del comportamiento de las diferentes bandejas de germinación y uso de manta térmica sobre la evolución de la biomasa aérea y el rendimiento del cultivo.....	33
Rendimiento a cosecha.....	36
Conclusiones.....	39
Bibliografía.....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características de los diferentes modelos de bandejas multiceldas.....	15
<b>Tabla 2:</b> Número de hojas promedio al momento del trasplante , obtenido para plantines de lechuga creciendo en diferentes volúmenes de celdas.....	23
<b>Tabla 3:</b> Altura (cm) promedio al momento del trasplante, de plantines de lechuga, obtenidos en diferentes volúmenes de celdas.....	24
<b>Tabla 4:</b> Longitud de raíces (cm) promedio al momento del trasplante, de plantines de lechuga, obtenidos en diferentes volúmenes de celdas.....	25
<b>Tabla 5:</b> Peso Verde (g) promedio al momento del trasplante, de los plantines de lechuga obtenidos en diferentes volúmenes de celdas.....	27
<b>Tabla 6:</b> Peso Seco (g) promedio al momento del trasplante, de los plantines de lechuga obtenidos en diferentes volúmenes de celdas.....	28
<b>Tabla 7:</b> Diferencia promedio de humedad del suelo (%) a distintas profundidades durante el ciclo de producción del cultivo debajo de la manta térmica respecto a la situación sin manta...31	
<b>Tabla 8:</b> Diferencia promedio de humedad relativa del aire (%) durante el ciclo de producción del cultivo debajo de la manta térmica respecto a la situación sin manta.....	32
<b>Tabla 9:</b> Rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) en peso fresco y seco del cultivo de lechuga para los diferentes volúmenes de celdas.....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Bandejas con celdas de 24 cm <sup>3</sup> , 13 cm <sup>3</sup> y 7 cm <sup>3</sup> .....	15
<b>Figura 2.</b> Diseño del experimento completamente aleatorizado.....	16
<b>Figura 3.</b> Sistema de riego por goteo.....	17
<b>Figura 4.</b> Diseño experimental en parcelas divididas.....	18
<b>Figura 5.</b> Cultivo de lechuga cubierto con manta térmica.....	18
<b>Figura 6.</b> Equipo de medición de radiación fotosintéticamente activa.....	20
<b>Figura 7.</b> Geotermómetro, para la medición de la temperatura de suelo.....	20
<b>Figura 8.</b> Termohigroanemómetro, para la medición de la temperatura y la humedad del aire.....	21

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Temperatura del suelo (°C) vs Días después del trasplante a los 5, 10, 15 y 20 cm de profundidad.....	30
<b>Gráfico 2:</b> Temperatura del aire (°C) vs. Días después del trasplante para las situaciones con y sin manta térmica.....	31
<b>Gráfico 3:</b> Evolución de la producción de biomasa aérea expresada en peso fresco durante el ciclo del cultivo para cada tratamiento.....	34
<b>Gráfico 4:</b> Evolución de la producción de biomasa aérea expresada en peso seco durante el ciclo del cultivo para cada tratamiento.....	35
<b>Gráfico 5:</b> Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> ) en peso fresco para los diferentes volúmenes de contenedor.....	37
<b>Gráfico 6:</b> Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> ) en peso seco para los diferentes volúmenes de contenedor.....	37

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la calidad de plantines de lechuga obtenidos en bandejas de germinación de diferente volumen de celdas y el efecto del uso de manta térmica como medida de protección del cultivo a campo, se sembró en invernadero un cultivar de lechuga tipo mantecosa, en bandejas de germinación de diferentes volúmenes de celda, evaluando número de hojas, longitud de raíces (mm), altura de plántula (mm), peso fresco y seco de la parte aérea (g), peso fresco y seco de las raíces (g) y relación parte aérea/raíz, al momento del trasplante. El trasplante, a campo, se realizó siguiendo un diseño experimental en parcelas divididas: Con manta térmica y Sin manta térmica, mientras que las subparcelas se correspondieron con el tamaño y volumen del contenedor. El riego se efectuó mediante un sistema de goteo. Las variables ambientales evaluadas fueron: radiación fotosintéticamente activa (RFA), temperatura del suelo, humedad del suelo, temperatura del aire y humedad relativa del aire. Los resultados en la etapa de plantín mostraron que aquellos provenientes de bandejas con celdas de mayor volumen tuvieron un mejor desempeño para todas las variables analizadas. El uso de manta térmica generó una reducción de la RFA incidente sobre el cultivo, aumentó la temperatura, humedad relativa del aire, temperatura y humedad del suelo. El rendimiento final del cultivo (en peso fresco) para cada tratamiento fue: para las celdas de 7 cm<sup>3</sup> y sin manta de 10,22 t.ha<sup>-1</sup> (e), con manta 23,98 t.ha<sup>-1</sup> (c); para las celdas de 13 cm<sup>3</sup> y sin manta de 12,78 t.ha<sup>-1</sup> (e), con manta 34,23 t.ha<sup>-1</sup> (b); para las celdas de 24 cm<sup>3</sup> y sin manta 16,79 t.ha<sup>-1</sup> (d) y con manta 45,51 t.ha<sup>-1</sup> (a). Estos resultados indicaron que los distintos volúmenes de celdas, independientemente del tratamiento, arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre sí; exceptuando los volúmenes de 7 cm<sup>3</sup> y 13 cm<sup>3</sup> sin manta térmica que no mostraron diferencias significativas entre sí.

## SUMMARY

In order to evaluate the quality of lettuce seedlings obtained in germination trays with different volumes of cells and the effect of using thermal blanket as protection of field cultivation, was planted in greenhouse a butter head lettuce cultivar in germination trays of different volumes of cells, evaluating leaves number, roots length (mm), seedling height (mm), fresh and dry weight of the aerial part (g), fresh and dry weight of roots (g) and relative aerial part / root, at transplant. The transplant, cross country, was conducted following a split plot experimental design: With thermal blanket and without thermal blanket, while the subplots were consistent with the size and volume of the container. The irrigation accomplished using a drip system. The environmental variables evaluated were: photosynthetically active radiation (PAR), soil temperature, soil humidity, air temperature and air relative humidity. The results in seedling stage showed that those trays with cells from higher volume performed better for all analysis variables. The use of thermal blanket generated RFA incident reduction on cultivation, and the temperature and air relative humidity, and soil temperature and humidity increase. The final yield of the crop (in cool weight) for each treatment was: for cells of 7 cm<sup>3</sup> and without blanket of 10.22 t.ha<sup>-1</sup> (e), with blanket 23.98 t.ha<sup>-1</sup> (c), for cells of 13 cm<sup>3</sup> without blanket of 12.78 t.ha<sup>-1</sup> (e), with blanket 34.23 t.ha<sup>-1</sup> (b), for cells of 24 cm<sup>3</sup> without blanket of 16.79 t.ha<sup>-1</sup> (d) and with blanket of 45.51 t ha<sup>-1</sup> (a). These results indicated that the different volumes of cells, regardless of treatment, had statistically significant differences among them; except volumes 7 cm<sup>3</sup> and 13 cm<sup>3</sup> without thermal blanket that did not show significant differences between them.

## INTRODUCCIÓN

### **Importancia alimenticia de las hortalizas.**

Los cultivos de hortalizas son capaces de producir gran cantidad de alimentos por unidad de área cultivada, de alto valor alimenticio para el organismo humano.

Las hortalizas se destacan más que por la calidad por la cantidad de los alimentos producidos. Por eso, su papel principal en la alimentación no es el de proporcionar calorías, proteínas, carbohidratos o grasas, pero si vitaminas y sales minerales, esenciales para mantener la buena salud (Velázquez López, 2011).

El organismo humano no tiene la capacidad de almacenar las vitaminas y las sales minerales generalmente, como lo hace con los otros nutrientes. Esta es la razón por la cual se aconseja ingerir hortalizas diariamente en cantidad conveniente para cubrir sus necesidades fisiológicas (Velázquez López, 2011).

### **Origen e importancia del cultivo de lechuga.**

El cultivo de la lechuga se remonta a una antigüedad de 2.500 años, siendo conocida por griegos y romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI (Ugarriza, 2009).

La lechuga, junto con el tomate y la papa se encuentra entre las hortalizas más consumidas y cultivadas del país. Dentro del grupo de hortalizas de hojas verdes, la lechuga representa el 49% del volumen total producido en el país (33.100 t), seguida por la acelga, que representa el 23% (15.890 t). La espinaca se encuentra en el 4to lugar, luego de la cebolla de verdeo, con el 5,2% (3.517 t) (COFECYT, 2008).

La producción de lechuga a nivel mundial se concentra en China y Estados Unidos, con 11 millones de t. y 4 millones de t., respectivamente. Luego le sigue España con 1 millón de t, e Italia con 964.000 t. La participación de la Argentina en la producción mundial es marginal (COFECYT, 2008).

La lechuga, dentro del grupo de las hortalizas de hoja, es la más importante; generalmente se consume cruda en ensaladas, es ampliamente conocida y se cultiva en casi todos los países del mundo. Presenta una gran diversidad dada principalmente por diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas (Ferrato *et al*, 2010). La importancia de este cultivo se ha incrementado en los últimos años, debido tanto a la diversificación de tipos varietales como al aumento de los productos denominados “cuarta gama” (hortalizas y frutas frescas limpias, trozadas y envasadas para su consumo).

La lechuga es una hortaliza muy popular en el mundo y ocupa un lugar importante desde el punto de vista económico. En nuestro país constituye un rubro interesante para un gran número de familias rurales. Es una de las especies hortícolas de mayor interés para los productores debido al consumo masivo a nivel nacional y por ser un rubro que puede ser cultivado durante todo el año (Velázquez López, 2011).

En los últimos años se han introducido en el mercado lechugas miniaturas de todos los tipos cultivados (Maroto Borrego *et al.*, 2000), si bien en nuestro país todavía no se han desarrollado.

### **Características de la especie.**

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una planta anual y autógama, perteneciente a la familia de las *Asteráceas*. Posee un sistema radicular pivotante y poco profundo, con ramificaciones que se desarrollan en la capa superior del suelo, no llegando a sobrepasar los 25 cm. Las hojas se disponen en forma arrosetada, y con posterioridad forman un cogollo o “cabeza” más o menos consistente y apretada según la variedad. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado. El tallo es cilíndrico y ramificado. Las inflorescencias son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos. Las semillas están provistas de un vilano plumoso (Vigliola, 1996; Di Benedetto, 2005).

Las exigencias climáticas del cultivo dependen de las variedades cultivadas, y de la interacción con otros factores climáticos. Whitaker, *et al*, 1974, señala que para conseguir un buen acogollado son necesarias temperaturas diurnas comprendidas entre 17°C y 28°C y nocturnas que varían entre 3°C y 12°C.

En lechuga, el gran número de variedades existentes hacen que sea una especie adaptable a una amplia gama de climas, pero en términos generales, prefiere climas templados y húmedos.

La temperatura óptima de germinación es 25°C, mientras que la temperatura óptima para el crecimiento del cultivo es 18°C, con un rango de 7°C a 24°C. La humedad relativa del aire más conveniente para la especie varía entre 60 y 80% (Vigliola, 1996; Wien, 1997; Maroto Borrego, *et al.*, 2000; Di Benedetto, 2005).

La capacidad de formación de las cabezas es un carácter genético cuantitativo, es importante el equilibrio entre la luz y la temperatura, pues cuando menor es la luminosidad menor es la temperatura óptima para esta etapa (Wacquant & Le Bohec, 1982). Cuando el fotoperiodo es largo y con fuerte iluminación, el acogollado puede favorecerse cuando las temperaturas rondan los 20°C.

La radiación y temperatura son los principales factores determinantes de la tasa de crecimiento en lechuga, expresado como un incremento en el número de hojas. Incrementos térmicos de 10 a 30°C; y del nivel de luz fotosintéticamente activa de 1 a 26  $\text{Mj}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$  aumenta el número de hojas expandidas por unidad de tiempo (Di Benedetto, 2005).

El límite óptimo de pH del suelo oscila entre 6,5 y 7,4; no obstante puede vegetar, con un manejo agronómico adecuado, con valores entre 5 a 8,5 (Davis *et al.*, 1997). Algunos autores (Hemphill y Jackson, 1982) señalan que cuando el pH es mayor a 6, la respuesta a un incremento del abonado nitrogenado es positiva para la producción.

## ANTECEDENTES

Weston y Zandstra (1986), evaluaron la producción de plantines de tomate a los 28 días después de la siembra, encontrando plantines más altos en bandejas con celdas de 39,5 cm<sup>3</sup>, en contraste con los plantines producidos en celdas de 4,4 cm<sup>3</sup>.

Un menor volumen de sustrato disponible sumado a un mayor tiempo de permanencia de los plantines en los contenedores, aumentan considerablemente las probabilidades de restricción del crecimiento radicular, siendo esta variable significativamente determinante de la calidad final de un plantín (Leskovar *et al.*, 1990; Nesmith y Duval, 1998).

Al momento del trasplante el plantín debe ser capaz de continuar rápidamente su crecimiento radicular y disminuir el lapso de tiempo expuesto al “estrés del trasplante” para retomar su crecimiento vegetativo, y así poder alcanzar el potencial máximo de productividad (Leskovar, 2001). Esta afirmación adquiere más significancia cuando se realiza trasplante a campo, ya que a diferencia de un trasplante en invernadero, las condiciones ambientales a las cuales se someten los plantines son más rigurosas.

En general, a medida que aumenta el tamaño de la celda aumenta el área foliar, la biomasa aérea y radical de las plántulas (Cantliffe, 1993).

Resende *et al.*, (2003), analizaron la influencia de los tipos de bandejas y la edad de trasplante de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Las plantas que tuvieron mayor número de hojas fueron las producidas en bandejas de poliestireno con celdas de 24 cm<sup>3</sup> (128 celdas) y trasplantadas a los 38 días de edad. Las plantas crecidas en bandejas de 24 cm<sup>3</sup> son las que obtuvieron mayor productividad, seguidas de la bandeja de 13 cm<sup>3</sup> (200 celdas), y el peor comportamiento fue presentado por plántulas crecidas en bandejas de 7 cm<sup>3</sup> (288 celdas).

Silva *et al.*, (2007) evaluaron el efecto de tres volúmenes de celdas (43, 24 y 10 cm<sup>3</sup>) sobre la calidad del plantín de radicchio (*Cichorium intybus* L.) y su posterior comportamiento en campo. Los resultados obtenidos en etapa de plantín indicaron que a mayor volumen de celda aumenta el número de hojas a trasplante y que la longitud del plantín es mayor en tanto aumenta el volumen de celdas.

La raíz dispara el crecimiento, la acumulación y partición de biomasa, la fotosíntesis, el contenido de clorofila en la hoja, la relación planta-agua, la absorción de nutrientes, la

respiración, la floración y el rendimiento, todos estos factores se ven afectados por la restricción radicular y el tamaño de la celda (Nesmith y Duval, 1998).

El delicado equilibrio entre raíces y parte aérea puede alterarse cuando el sistema de raíces se restringe a un pequeño volumen del contenedor, y el desequilibrio resultante puede tener a corto plazo, así como a largo plazo, efectos en la respuesta productiva del cultivo (Leskovar *et al.*, 1990).

La trasmisividad de la manta térmica constituye un parámetro que indica la relación entre la radiación fotosintéticamente activa (RFA) incidente sobre el material y la fracción de la RFA que atraviesa a la misma e incide sobre el cultivo. Los valores de trasmisividad no son constantes ya que a consecuencia de la exposición al ambiente se va produciendo una sensible reducción de la misma, principalmente por la adherencia de polvo, condensación de agua y envejecimiento del material, así como también se producen variaciones normales según la hora del día y época del año (Suarez Rey *et al.*, 2009).

Los valores de trasmisividad de estos materiales son variables, y se encuentran en el orden de un 30 a 95% dependiendo de la densidad de cada material (Traunfeld, 2011; Parker *et al.*, 2012).

## PRODUCCIÓN DE PLANTINES

La lechuga es una de las principales hortalizas que se producen en nuestro cinturón local. Tradicionalmente cultivada a campo, y a partir de la difusión de los invernaderos, ocupa un lugar preponderante en los diferentes esquemas productivos. En la implantación del cultivo han ocurrido cambios merced a la difusión del trasplante en lugar de la siembra directa (Kebat y Ricetti, 2006).

El inicio del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) puede realizarse en almácigo y posterior trasplante, a raíz desnuda o en celdas (bandejas de germinación). También se usa siembra directa, pero es poco utilizado este método por el pequeño tamaño de la semilla. El uso de celdas asegura una buena germinación, debido principalmente a que se lleva a cabo en la plantinera, donde se controla la temperatura, humedad relativa y luminosidad (Silva y Katherine, 2004).

La utilización de celdas en la producción de plantines comenzó en 1985, con la aprobación de la bandeja de sistema multicelular, lo que permite obtener plantas más vigorosas y productivas. El sistema de producción en bandejas proporciona un mayor cuidado en la

germinación de semillas y la emergencia, un menor costo para controlar las plagas y enfermedades y un alto índice de fijación después de un trasplante (Minami, 1995; Modolo y Tessarioli Neto, 1999).

La utilización de bandejas para la producción de plantines aumenta el rendimiento operacional, reduce la cantidad de semillas, uniformidad en los plantines, facilita el manejo en el campo, mejora el control fitosanitario y permite cosechas más precoces (Borne, 1999; Filgueira, 2000).

En el mercado existen varios modelos de bandejas o contenedores, con diferentes números de celdas individuales, profundidades y varios volúmenes; también su forma es variable pudiendo ser redondas, piramidales, cilíndricas y con la posibilidad de ser reutilizables (Modolo y Tessarioli Neto, 1999).

Una tendencia entre muchos productores comerciales de plantines es utilizar bandejas con mayor número de celdas, por ende, el volumen de cada una de ellas es menor, lo que aumenta el número de plantas producidas. Pero al aumentar la eficiencia de la producción de plantines, no está claro cómo las raíces de las plántulas crecen en pequeños volúmenes y cuál es la respuesta en condiciones de campo postrasplante. Un efecto importante de la disminución del tamaño de celdas es que aumenta la restricción del crecimiento radicular de los plantines (Vavrina, 1995; Nesmith y Duval, 1998).

Un excelente plantín es aquel que tiene un buen desarrollo radicular, un tallo vigoroso, con ausencia de clorosis, libre de plagas y enfermedades, y presenta una altura de 10-15 cm. La capacidad de un plantín para superar el estrés del trasplante depende de cómo soporta los cambios estructurales y funcionales de la raíz, de la capacidad radicular de absorción de agua y nutrientes, y de la capacidad de regeneración de nuevas raíces. La tasa de crecimiento es reducida cuando se utilizan plantines de baja calidad (Leskovar, 2001).

El delicado equilibrio entre raíces y parte aérea puede alterarse cuando el sistema de raíces se restringe a un pequeño volumen del contenedor, y el desequilibrio resultante puede tener a corto plazo, así como a largo plazo, efectos en la respuesta productiva del cultivo (Leskovar *et al.*, 1990).

La raíz dispara el crecimiento, la acumulación y partición de biomasa, la fotosíntesis, el contenido de clorofila en la hoja, la relación planta-agua, la absorción de nutrientes, la respiración, la floración y el rendimiento, todos estos factores se ven afectados por la restricción

radicular y el tamaño de la celda (Nesmith y Duval, 1998). En general, a medida que aumenta el tamaño de la celda aumenta el área foliar, la biomasa aérea y radical de las plántulas (Cantliffe, 1993). Un óptimo crecimiento de las raíces de los plantines depende de un suelo favorable, agua, fertilidad y el entorno físico de enraizamiento (Leskovar *et al.*, 1990).

Al momento del trasplante el plantín debe ser capaz de continuar rápidamente su crecimiento radicular y disminuir el lapso de tiempo expuesto al “estrés del trasplante” para retomar su crecimiento vegetativo, y así poder alcanzar el potencial máximo de productividad (Leskovar, 2001).

La reducción de tamaño de la celda aumenta las probabilidades de restricción del crecimiento radicular (Nesmith y Duval, 1998). Según Pimpini *et al.*, (2002) el momento oportuno para el trasplante es cuando el plantín presenta entre cinco y siete hojas verdaderas, demandando bajo condiciones de invernadero unos 30 a 50 días luego de la siembra (T&T Vegetable sedes, 2006).

Los estudios realizados en lechuga, destacan que, se obtienen mejores resultados utilizando celdas de mayor volumen, favoreciendo el crecimiento y desarrollo de la estructura foliar y radicular. Además, a cosecha se logra mayor precocidad y peso de las plantas (Silva y Katherine, 2004).

Para la producción de plantines de lechuga son recomendados bandejas con 200 celdas, incluso 288 celdas (Filgueira, 2000).

Silva *et al.*, (2007) evaluaron el efecto de tres volúmenes de celdas (43, 24 y 10 cm<sup>3</sup>) y tres mezclas de sustratos constituidas por proporciones de turba (85, 90 y 95%) y perlita (15, 10 y 5%) sobre la calidad del plantín de radicchio (*Cichorium intybus* L.) y su posterior comportamiento en campo. Los resultados obtenidos en etapa de plantín indicaron que a mayor volumen de celdas aumenta el número de hojas a trasplante, y el peso fresco y seco independientemente de la mezcla de sustrato que se utilizó. La longitud del plantín es mayor en tanto aumenta el volumen de celdas y menor sea el porcentaje de perlita presente en el sustrato. En campo, el peso de la “cabeza” comercial fue mayor, mientras mayor fue el volumen de celdas y menor fue el porcentaje de perlita que se utilizó en la mezcla.

Ullé (2003), evaluó los efectos del volumen de las celdas y mezclas de sustratos en lechuga cv. Elisa, probando 3 sustratos y bandejas de 15, 25, 80 y 100 cm<sup>3</sup>. Encontrando que la celda de 80 cm<sup>3</sup> presentó valores significativamente mayores en peso total y peso de las hojas

respecto al resto, mientras que en peso de raíz las celdas de 80 cm<sup>3</sup> solo difirieron estadísticamente de las de 15 cm<sup>3</sup>.

Resende *et al.*, (2003) analizaron la influencia de los tipos de bandejas y la edad de trasplante de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Las plantas que tuvieron mayor peso fresco y seco, número de hojas y altura fueron las producidas en bandejas de poliestireno con 128 celdas y trasplantados a los 38 días de edad. Las plantas crecidas en bandejas de 128 celdas son las que obtuvieron mayor productividad, seguidas de la bandeja de 200 celdas, y el peor comportamiento fue presentado por plántulas crecidas en bandejas con 288 celdas. La edad de trasplante de plántulas varió de acuerdo con el tipo de bandeja utilizado, cuando se utilizan bandejas con 128 y 200 celdas las plántulas pueden ser trasplantadas a 22-38 días de la siembra, con una preferencia por períodos más cortos (22-30 días). Para bandejas de 288 celdas, las plántulas se trasplantan a los 38 días después de la siembra.

Seabra Jr. *et al.*, (2002) evaluaron la calidad de plantines de lechuga cultivares Raider y Lucy Brown, producidos en bandejas con diferentes volúmenes de celdas de 24; 13 y 6 cm<sup>3</sup>, que fueron trasplantados a los 29 días cuando ya tenían 4 hojas verdaderas. Los plantines que fueron producidos en bandejas con celdas de 24 cm<sup>3</sup> son los que alcanzaron mayor área foliar, número de hojas, materia fresca de parte aérea y mayor altura. A los 85 días después de la siembra se evaluó la producción comercial observando que el cultivar no tuvo influencia en la producción de cogollo. Los plantines obtenidos en celdas de 6 cm<sup>3</sup> presentaron una menor producción total de cogollo que las producidas en celdas de 24 y 13 cm<sup>3</sup>, las cuales no presentaron diferencias significativas entre ambas.

López, (2002) estableció para zapallo italiano cv. Negro chileno, que el volumen de las celdas influyó en el rendimiento del cultivo, en un experimento realizado en plantas que provenían de celdas de mayor volumen (31 cm<sup>3</sup>), encontró un mayor rendimiento indicado como frutos por planta; a su vez, plantas provenientes de celdas de volumen medio 21 cm<sup>3</sup>, presentaron un mayor número de frutos por planta con respecto a aquellas que provienen de un volumen más pequeño (14 cm<sup>3</sup>).

Weston y Zandstra (1986), evaluaron la producción de plantines de tomate a los 28 días después de la siembra, encontrando plantines más altos en bandejas con celdas de 39,5 cm<sup>3</sup>, en contraste con los plantines producidos en celdas de 4,4 cm<sup>3</sup>, las cuales produjeron plantines de una altura promedio de 10,1 cm. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre plantines provenientes de bandejas con celdas de 39,5 cm<sup>3</sup> y la altura obtenida en plantines provenientes de bandejas con 18,8 cm<sup>3</sup> y 15,4 cm<sup>3</sup>.

Machado *et al.*, (2008) estudiaron la producción de plántulas de lechuga tipo crespa cv. Cinderela y Veneranda en bandejas de isopor (128, 200, 242 y 288 celdas) y plástico (288 y 450 celdas). Las plántulas fueron evaluadas 34 días después de la siembra, observando: número de hojas, altura de plántula, longitud de raíz, peso fresco de la parte aérea y raíz. Se concluyó que para la producción de plántulas de lechuga, la bandeja de 128 celdas es la más indicada, ya que ofrece mejores condiciones para el desarrollo de las plántulas.

### USO DE MANTAS TERMICAS

Históricamente los horticultores han intentado modificar el microclima de los cultivos para acelerar el crecimiento, incrementar el rendimiento y adelantar la madurez, mediante técnicas de protección que permiten incrementar la temperatura del aire y suelo, la humedad alrededor de las plantas, reducir ataque de insectos, la presión de enfermedades y el estrés hídrico (Wells y Loy, 1985; Pollard y Cundari, 1988; Kjelgren, 1994). El uso de protecciones como “mantas térmicas” en las hileras de cultivos se ha utilizado durante muchos años en Europa, Asia, Israel y EE.UU. (Fitzgerald y Stiltz, 2005).

La manta térmica es confeccionada a partir de largos filamentos de polipropileno que son colocadas en camadas y soldadas entre sí por temperaturas apropiadas, constituyéndose un material muy liviano y de resistencia suficiente para su utilización en la agricultura. Algunas de las ventajas del uso de la manta en cultivos protegidos son la posibilidad de su colocación y retiro en cualquier fase del desarrollo, y la posibilidad de ser colocada directamente sobre las plantas solo, sin la necesidad de estructuras de sustentación (Ferrato *et al.*, 2010).

Las temperaturas bajas y heladas de escasa magnitud no producen daños en las plantas pequeñas, pero en las que se encuentran en madurez comercial, las hojas externas y a veces las internas resultan dañadas, favoreciendo la entrada de enfermedades y la disminución de la calidad y el rendimiento comercial.

La utilización de la manta genera una modificación del fitoclima debajo del área cubierta, con cambios en los niveles de radiación incidente sobre las plantas (Benoit y Ceustermans, 1987), modificaciones en la humedad relativa del aire (Hemphill, 1989), en la humedad del suelo (Wolfe *et al.*, 1989), protección contra los vientos (Mermier *et al.*, 1995) y un mejor control térmico, siendo especialmente recomendada para especies vegetales sensibles a cambios bruscos de temperaturas y heladas. Los ciclos de cultivo se acortan bajo la manta, y son más regulares, con el mayor beneficio económico que ello conlleva (Fitzgerald y Stiltz, 2005; Horticom, 2012).

La temperatura media del aire se vio incrementada por el uso de la manta en 2,4°C respecto al control al aire libre. El aumento de la temperatura bajo la manta se debe al efecto invernadero de la cubierta, así como a la reducción del viento, que disminuye el transporte turbulento. Además, la temperatura del suelo también se ve afectada por la cubierta, habiéndose registrado valores medios de 2°C más llevados en el tratamiento con manta que en el aire libre (Suarez Rey *et al.*, 2009).

El uso de estos materiales en cultivos de hoja permite proteger a las plantas contra vientos y lograr una diferencia térmica entre el interior de la manta y el aire libre de aproximadamente 2°C. En algunos casos se utiliza como barrera para reducir la entrada de insectos al cultivo (ej: pulgones y trips) (Ferrato *et al.*, 2010).

Para cultivos como lechuga, frutilla, pimiento, col chino y poroto, la utilización de mantas como protección de plantas ha presentado buenos resultados, mostrando como ventajas de su utilización: barrera física contra heladas, mantención de la humedad del suelo, precocidad y calidad en la producción de plantines, mejora la sanidad del producto final y aumento de la producción. Además de eso presenta facilidad en el manipuleo y menor inversión inicial, si se compara con otros sistemas de cultivos protegidos (Resende *et al.*, 2008; Salas *et al.*, 2008).

Usados como manta flotante (sin soporte) son muy económicos y eficientes por su bajo peso (aproximadamente 18 g. por m<sup>2</sup>). Estos "tejidos no tejidos" son fabricados con técnicas modernas que permiten lograr un producto bi ó tri capa, de mayor resistencia. Los hay importados, o de producción nacional. Son permeables al agua (hidrofílicos) y al aire, de buena transparencia. La materia prima es el polipropileno, y tienen tratamiento UV (Carluccio *et al.*, 2010).

Cortez y Lavanderos, (2011) concluyeron que el uso de manta térmica complementada con el uso de mulching plástico transparente en el cultivo de Melón, aumenta el número de frutos cosechados en los primeros cortes. No modifica el tamaño de los frutos. El uso de manta térmica sobre suelo desnudo no reemplaza el uso solo de mulching plástico transparente para la obtención de precocidad. No se logra aumentar temperatura de suelo, y las malezas proliferan y compiten con la planta de melón, afectando su buen desarrollo.

Respecto a la influencia de la manta térmica sobre la radiación, es importante considerar que la trasmisividad de la manta térmica constituye un parámetro que indica la relación entre la radiación fotosintéticamente activa (RFA) incidente sobre el material y la fracción de la RFA que atraviesa al mismo e incide sobre el cultivo para el proceso de la fotosíntesis. Los valores de

transmisividad de estos materiales son variables, y se encuentran en el orden de un 30 a 95% dependiendo de la densidad de cada material (Traunfeld, 2011; Parker *et al.*, 2012). La reducción generada en la RFA que alcanza al cultivo es una posible desventaja, esta reducción no debería afectar la actividad fotosintética de la planta, ya que se vería afectada su capacidad de síntesis de compuestos orgánicos (Suárez-Rey, 2009).

López *et al.*, (2003) encontraron que el uso de manta térmica provoca una pérdida de transmisividad del orden del 15% de la RFA, siendo similares los resultados encontrados por Sá y Reghin, (2008) quienes en cultivo de achicoria obtuvieron valores de 73,9% de transmisividad en Ponta Grossa (Brasil), el mismo efecto fue encontrado por Feltrim *et al.*, (2006). Por su parte, Guiñazú *et al.*, (2011) en ensayos sobre ajo colorado para la región de Cuyo midieron transmisividades de un 55 a 62% de la RFA.

En el cultivo de ajo la cobertura con mantas térmicas aumentó la temperatura del aire que rodea la canopia entre 4 y 7°C más que en el testigo, según el momento de la estación. La colocación de las mantas produjo una reducción de la radiación PAR del follaje entre 38 y 45 % según el momento del año. Las mantas térmicas provocaron mayor crecimiento vegetativo y mayor rendimiento de bulbos, a pesar de la menor radiación PAR recibida (Guiñazú *et al.*, 2011).

En condiciones otoño invernales se registró una reducción media de la radiación incidente PAR en un 35% en los tratamientos con mantas térmicas con respecto a los del aire libre. Las plantas bajo la cubierta presentaban una mayor superficie foliar que las plantas control. Se observó que las plantas cubiertas alcanzaron valores superiores de IAF durante la mayor parte del ciclo, lo que aceleró probablemente su crecimiento, especialmente en el caso de las plantas sembradas a mayor densidad (Suárez-Rey *et al.*, 2009).

Suarez-Rey (2009), notó que el uso de mantas indujo una reducción del ciclo de cultivo respecto al tratamiento al aire libre en ajo tierno. Las temperaturas registradas de suelo y aire fueron mayores en el caso de los tratamientos con cubierta, lo que pudo producir un crecimiento más rápido de estas plantas.

El uso de mantas en cultivos hortícolas ha reportado numerosas ventajas, entre ellas aumento de la temperatura del suelo y del aire (Hernández y Castilla, 1993), producción más temprana y una reducción en la transmisión de virus como resultado de menos ataques de áfidos (Vaissiere y Froissart, 1996). Esto contribuye a un aumento del rendimiento y la calidad de los cultivos (Giménez *et al.*, 2002).

Gregoire, (1989) indica que las propiedades de las mantas y su gran facilidad de empleo han permitido un rápido desarrollo del uso de estas lonas en agricultura.

Printz y Faus, (1988) evalúan la eficacia de esta técnica en diversos cultivos, entre los cuales resalta, la reseñada para una experiencia realizada en Marruecos sobre la variedad de lechuga Salinas en trasplante de Diciembre, en la que señalan mejoras del 34 % en el peso medio de los cogollos.

Lopez, (1987) cita que el microclima que crea la manta contribuye a optimizar las plantas, siendo más homogéneas, productivas y de mejor calidad. Entre las ventajas reseñadas por este autor también se encuentra la eficacia, incluso para protección ante pequeña heladas.

Fueyo Olmo *et al.*, (2003) observaron que el semiforzado mediante el empleo de “mantas” mejora las condiciones de producción de lechuga en trasplantes de otoño al aire libre. La reducción del ciclo en 10 días y el incremento del peso de los cogollos en 76 g., fueron las mejoras más relevantes.

Salas *et al.*, (2008) observó una mayor producción de materia verde (g) de la parte aérea con la utilización de la manta térmica, en comparación al testigo sin cobertura. Pero en cuanto a la producción de materia seca (g) no observaron diferencias significativas en los diferentes tratamientos. Siendo estos resultados posiblemente atribuidos, al microclima generado por la manta térmica, donde la temperatura se mantiene sin grandes variaciones, generando además una cosecha anticipada.

Fernández Otto *et al.*, (2010) evaluaron la respuesta productiva de cultivares de lechuga Vera (tipo crespá) y Lída (tipo lisa) en sistemas de cultivo protegido con manta térmica natural (15 g m<sup>-2</sup>), manta térmica blanca (17 g m<sup>-2</sup>) y un testigo sin protección, para la época de invierno-primavera en la región de Ponta Grossa (Brasil), no encontrando diferencias en la respuesta entre manta térmica natural o blanca, pero en las situaciones protegidas se observó un aumento de la fitomasa fresca y un mejor aprovechamiento de hojas para ambos cultivares respecto al testigo.

A través de éste ensayo se pretende evaluar el efecto que tiene el volumen del contenedor y el uso de mantas térmicas sobre el rendimiento final del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) desarrollados para las condiciones climáticas del cinturón hortícola de Río Cuarto.

## **HIPÓTESIS**

- La calidad del plantín de lechuga determinado por la biomasa aérea y radicular está relacionado positivamente con el volumen de celda de las bandejas de germinación.
- El uso de manta térmica modifica el microambiente del cultivo de lechuga a campo generando una disminución de la radiación, y un incremento de la temperatura y humedad relativa del aire y de la temperatura y humedad del suelo.
- Existe una interacción entre volumen de celda y uso de manta térmica que permite alcanzar el mayor rendimiento del cultivo de lechuga en el cinturón hortícola de Río Cuarto.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la calidad de plantines y protección con manta térmica en un cultivo de lechuga para el cinturón hortícola de Río Cuarto.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las variables que definen la calidad del plantín (número de hojas, longitud de raíces, altura de plántula, peso verde y seco de la parte aérea y raíces) como indicadores del volumen de celda más adecuado de las diferentes bandejas de germinación.
- Cuantificar las variables ambientales (radiación, temperatura y humedad del suelo, temperatura y humedad relativa del aire) en el microambiente de un cultivo de lechuga a campo con cobertura de manta térmica y sin cobertura de la misma.
- Analizar el efecto combinado de diferentes bandejas de germinación y el uso de manta térmica a campo sobre la evolución de la biomasa aérea durante el ciclo del cultivo de lechuga y su rendimiento a cosecha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ETAPA DE PRODUCCIÓN DE PLANTINES

La siembra del cultivo de lechuga se inició el día 5 de Abril del año 2013, en bandejas de germinación de diferentes volúmenes de celdas (tabla 1 y figura 1), que se colocaron en invernadero con el objetivo de lograr condiciones ambientales uniformes durante la etapa de germinación y crecimiento de los plantines. La variedad que se utilizó fue tipo mantecosa (*Lactuca sativa* var. *capitata*). El sustrato que se utilizó fue a base de turba *Sphagnum* más aditivos. Se usaron bandejas de germinación con diferente volumen de celdas: 24 cm<sup>3</sup> (128 celdas), 13 cm<sup>3</sup> (200 celdas) y 7 cm<sup>3</sup> (288 celdas), el total de bandejas utilizadas fueron de 4, 3 y 2 respectivamente.

**Tabla 1.** Características de los diferentes modelos de bandejas multiceldas.

Modelo	Número de celdas	Volumen de celda
128	128 (8×16)	24 cm <sup>3</sup>
200	200 (10×20)	13 cm <sup>3</sup>
288	288 (12×24)	7 cm <sup>3</sup>



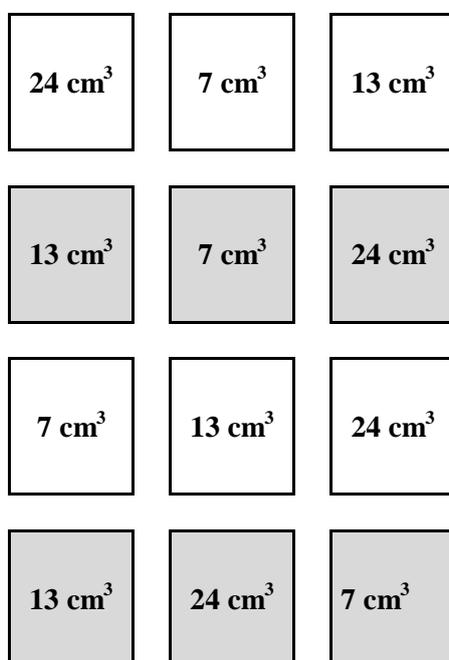
**Figura 1.** Bandejas con celdas de 24 cm<sup>3</sup>, 13 cm<sup>3</sup> y 7 cm<sup>3</sup>

Evaluación durante la etapa de producción del plantín:

Los tratamientos evaluados se correspondieron con bandejas de germinación de diferente volumen de celdas, siendo éstos los siguientes:

- Volumen de 24 cm<sup>3</sup>
- Volumen de 13 cm<sup>3</sup>
- Volumen de 7 cm<sup>3</sup>

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 3 (tres) tratamientos y 4 (cuatro) repeticiones. La unidad experimental se correspondió con el tamaño de cada bandeja de germinación (54,5 cm de largo y 28 cm de ancho). Figura 2.



**Figura 2.** Diseño del experimento completamente aleatorizado.

Durante la etapa de producción de los plantines se evaluó número de hojas, longitud de raíces (mm), altura de plántula (mm), peso fresco y seco de la parte aérea y de las raíces (g), y relación parte aérea/raíz. Para realizar estas mediciones se extrajo una muestra de 10 plantines al azar para cada volumen de celda (24 cm<sup>3</sup>, 13 cm<sup>3</sup> y 7 cm<sup>3</sup>) al momento del trasplante. Las muestras fueron lavadas con una corriente de agua sobre un tamiz para extraer el sustrato adherido a las raíces, y posteriormente se realizaron las mediciones correspondientes. Para la determinación del peso seco las muestras se llevaron a estufa durante 48 hs a 70°C hasta lograr

peso constante. Los datos se analizaron estadísticamente con el programa Infostat, aplicando ANAVA y análisis de comparación de medias con el test de LSD Fisher ( $p < 0,05$ ).

#### ETAPA DE PRODUCCIÓN A CAMPO

El resto de los plantines se llevaron a campo, en un lote ubicado en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Córdoba, Argentina, trasplantados a los 35 días después de la siembra (DDS). La preparación de la parcela de ensayo previo al trasplante se realizó en forma mecánica mediante el uso de una de rastra de discos de doble acción y se niveló manualmente con el uso de azadas.

El riego a campo se efectuó empleando un sistema por goteo. Para establecer la línea de riego se utilizó una tubería de PEBD ubicada en la cabecera de los surcos, donde se colocaron mediante el uso de conectores líneas de cinta de riego dispuestas en cada una de las hileras de plantación, con diez emisores por metro lineal. El caudal del lateral de riego fue de  $2 \text{ L h}^{-1}$  (Figura 3).



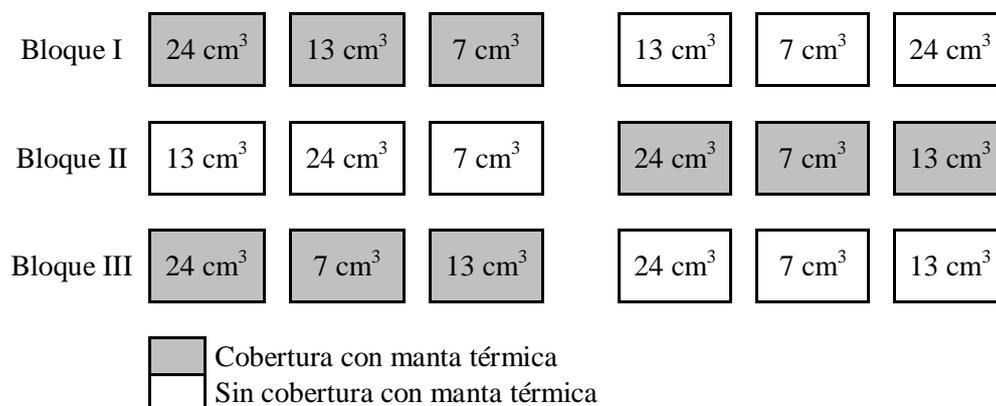
**Figura 3.** Sistema de riego por goteo.

Los tratamientos en la etapa de campo se correspondieron con los volúmenes de celdas de las diferentes bandejas de germinación y se utilizó manta térmica como medida de protección del cultivo, siendo éstos los siguientes:

- Volumen de  $24 \text{ cm}^3$  con manta térmica
- Volumen de  $13 \text{ cm}^3$  con manta térmica
- Volumen de  $7 \text{ cm}^3$  con manta térmica
- Volumen de  $24 \text{ cm}^3$  sin manta térmica
- Volumen de  $13 \text{ cm}^3$  sin manta térmica

-Volumen de 7 cm<sup>3</sup> sin manta térmica

El diseño experimental fue en parcelas divididas; las parcelas principales fueron 2: Con Manta térmica (CM) y Sin Manta térmica (SM), mientras que las subparcelas se correspondieron con el número y volumen de las celdas: 128 celdas (24 cm<sup>3</sup>), 200 celdas (13 cm<sup>3</sup>) y 288 celdas (7 cm<sup>3</sup>). El tamaño de las subparcelas fue de 3,5 m<sup>2</sup>, con un total de 40 plantas en cada una. La unidad experimental fue de 1,57 m<sup>2</sup>. El marco de plantación utilizado fue de 0,35 m entre hileras y 0,25 m entre plantas (Figura 4).



**Figura 4.** Diseño experimental en parcelas divididas.

A los veinte días (20) post trasplante se colocó la manta térmica en los tratamientos correspondientes (Figura 5). Este lapso de tiempo transcurrido tuvo como objetivo el aclimatamiento del cultivo (etapa de rustificación).



**Figura 5.** Cultivo de lechuga cubierto con manta térmica

### Cuantificación de las variables ambientales en el microambiente del cultivo de lechuga.

Para evaluar las modificaciones que genera la utilización de la manta sobre el fitoclima del cultivo, se efectuaron mediciones de interceptación de la radiación, temperatura y humedad edáfica, la temperatura y humedad relativa del aire para las situaciones con uso y sin uso de manta térmica. Las mediciones de radiación, temperatura del aire, temperatura edáfica y humedad relativa se efectuaron a intervalos regulares para las situaciones con y sin manta térmica.

La radiación se midió utilizando un sensor LI-191SA Line quantum Sensor, conjuntamente con el LI-COR LI 1400 Datalogger Lincoln (Figura 6). En los tratamientos con manta se tomó la radiación por debajo de ésta. En los tratamientos sin manta térmica las mediciones se efectuaron por encima del canopeo del cultivo. Cada toma de datos y sus repeticiones se realizaron al mediodía. La interceptación de la radiación (IR) se determinó mediante la ecuación 1:

**Ecuación 1:**

$$IRFA_{mt} = \left( 1 - \frac{RFA_0}{RFA_1} \right) \times 100$$

Donde:

IRFAMt: Interceptación de la RFA por la manta térmica (%).

RFAo: RFA bajo la manta térmica (MJ.m- 2.día-1).

RFA1: RFA sobre la manta térmica (MJ.m- 2.día-1).



**Figura 6.** Equipo de medición de radiación fotosintéticamente activa.

La temperatura del suelo se determinó a 5, 10, 15 y 20 cm de profundidad, para las situaciones Sin y Con manta térmica, mediante un geotermómetro (figura 7).



**Figura 7.** Geotermómetro, para la medición de la temperatura de suelo.

La evolución del contenido gravimétrico de humedad del suelo se determinó mediante la extracción de muestras a 0-10 cm y 10-20 cm de profundidad utilizando un barreno, las muestras se llevaron a estufa durante 48 hs a 70°C hasta lograr peso constante.

La temperatura y la humedad relativa del aire se determinaron mediante un termohigroanemometro marca Skywatch (figura 8), tomando muestras por encima de la manta térmica (situación sin manta) y por debajo de la misma (situación con manta).



**Figura 8.** Termohigroanemómetro, para la medición de la temperatura y la humedad del aire.

Síntesis del comportamiento de las diferentes bandejas de germinación y uso de manta térmica sobre la evolución de la biomasa aérea y el rendimiento del cultivo.

Durante el ciclo del cultivo a campo se determinó la evolución de la producción de biomasa en peso fresco y seco individual de la parte aérea y se realizó una comparación de las curvas de crecimiento. Las mediciones se realizaron regularmente extrayendo en forma manual un total de 10 plantas de cada tratamiento, cortándose las mismas a nivel del suelo con un elemento filoso sin evaluar raíces. El momento de la cosecha definitiva del cultivo estuvo determinado por los requerimientos del mercado local respecto a la variedad en estudio, siendo estos cuando se logró alcanzar un diámetro de planta de entre 25 y 30 cm.

Las muestras individuales se pesaron en fresco y seco utilizando una balanza marca Mettler BB240. Para la determinación del peso seco previamente se llevaron a estufa a 70 °C durante 48 hs o hasta lograr peso constante.

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **1- PRODUCCIÓN DE PLANTINES**

La utilización de diferentes volúmenes de celdas en la producción de plantines reveló un efecto significativo sobre la calidad final del plantín de lechuga. Las principales variables analizadas, número de hojas, altura de plántula, longitud de raíces, y peso de los plantines, mostraron una respuesta positiva al incremento en el volumen de las celdas.

Los plantines obtenidos en celdas de mayor volumen presentaron una mayor tasa de crecimiento, mayor biomasa foliar y radicular, alcanzando antes el tamaño recomendado para el trasplante. Estos resultados logrados coinciden con los obtenidos por otros autores en diferentes cultivos hortícolas como Weston y Zandstra, (1986) en tomate; López, (2002) en zapallito italiano; Seabra Jr. *et al.*, (2002); Resende *et al.*, (2003); y Silva *et al.*, (2007) en radicchio. A continuación se muestran los resultados de las variables analizadas durante el ciclo de producción de los plantines de lechuga para cada volumen de celda evaluado.

#### **1-1 N° de hojas**

El número de hojas de un plantín hortícola representa una variable significativa, ya que la misma constituye un indicador determinante del momento de trasplante. A medida que se alcanza con mayor rapidez el número de hojas adecuado para el trasplante, se reduce el tiempo de permanencia del plantín en el contenedor, y con ello se logran reducir múltiples factores que pueden afectar la calidad final del plantín, tales como riesgo de ocurrencia de enfermedades, ataques de plagas, envejecimiento, problemas de restricción radicular, costos de producción, entre otros (Nesmith y Duval, 1998).

El índice de trasplante en plantines de lechuga se encuentra entre cinco y siete hojas verdaderas (Pimpini *et al.*, 2002), el cual se alcanza aproximadamente en condiciones de invernadero en un intervalo de 30 a 50 días después de la siembra (T&T Vegetable seeds, 2006).

Al analizar la evolución de esta variable durante la etapa de producción de los plantines, la tendencia de los resultados del experimento mostraron, que aquellos plantines provenientes de bandejas con celdas de 24 cm<sup>3</sup>, siempre presentaron un mayor número de hojas, seguido de las celdas de 13 cm<sup>3</sup> y 7 cm<sup>3</sup>, es decir, que a medida que se aumentó el volumen de las celdas los plantines alcanzaron antes el número de hojas indicado para el trasplante.

Al analizar los resultados para el número de hojas, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los volúmenes de celdas de 24 cm<sup>3</sup> y 13 cm<sup>3</sup>; pero sí se arrojan diferencias significativas entre esos dos volúmenes y el de 7 cm<sup>3</sup> (tabla 2).

Estas diferencias están asociadas al mayor volumen de sustrato disponible, con mayores recursos y espacio físico para la exploración de las raíces, lo cual se tradujo en una mayor tasa de crecimiento en los plantines, pudiendo alcanzar antes el número de hojas recomendado para trasplantar.

Al respecto, diversos autores encontraron respuestas similares, Seabra *et al.*, (2002) evaluaron la calidad de los plantines de lechuga cultivares Raider y Lucy Brown, producidos en contenedores con diferentes volúmenes de celdas de 24 cm<sup>3</sup>, 13 cm<sup>3</sup> y 6 cm<sup>3</sup>, que fueron trasplantados a los 29 días después de la siembra, cuando ya tenían 4 hojas verdaderas, encontrando que los plantines que fueron producidos en bandejas de 24 cm<sup>3</sup> alcanzaron mayor área foliar y número de hojas.

Por su parte Silva *et al.*, (2007) y Resende *et al.*, (2003), también encontraron que a mayor volumen de celda aumenta el número de hojas a trasplante.

**Tabla 2:** Número de hojas promedio al momento del trasplante, obtenido para plantines de lechuga creciendo en diferentes volúmenes de celdas.

Tratamientos	Nº de hojas
	35 dds
24 cm <sup>3</sup>	6,00 a
13 cm <sup>3</sup>	5,50 a
7 cm <sup>3</sup>	4,90 b
r <sup>2</sup>	0,35
c.v.	11,89
p value	0,00032

*Diferentes letras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher (p ≤ 0,05).*

## 1-2 Altura de plantines.

La altura de los plantines constituyó otra variable que respondió significativamente al aumento del volumen de celdas. Los resultados experimentales mostraron alturas de plantín superiores durante toda la etapa de producción en las bandejas con celdas de 24 cm<sup>3</sup>, siendo estas diferencias estadísticamente significativas respecto a las celdas de menor volumen. En esta situación los plantines desarrollados en contenedores de mayor volumen de celda duplicaron la altura respecto a los obtenidos en contenedores más pequeños. Los resultados mostraron alturas de plantín promedio de 12,95 cm en celdas de 24 cm<sup>3</sup>, en contraste con los 6,54 cm obtenidos en las celdas de 7 cm<sup>3</sup> al momento del trasplante. Un valor intermedio de 9,11 cm se obtuvo para las celdas de 13 cm<sup>3</sup> (tabla 3).

Al contrastar los valores obtenidos en celdas de 24 cm<sup>3</sup>, 13 cm<sup>3</sup> y 7 cm<sup>3</sup>, claramente quedó en evidencia que la reducción del volumen implicó un menor desarrollo de la parte aérea. Esto confirma lo enunciado por diversos autores, que manifiestan como un mayor volumen de celda aumenta el área foliar y la biomasa aérea de los plantines (Leskovar *et al.*, 1990; Cantliffe, 1993; Resende *et al.*, 2003; y Seabra Jr. *et al.*, 2002).

**Tabla 3:** Altura (cm) promedio al momento del trasplante, de plantines de lechuga, obtenidos en diferentes volúmenes de celdas.

Tratamientos	Altura
	35 dds
24 cm <sup>3</sup>	12,95 a
13 cm <sup>3</sup>	9,11 b
7 cm <sup>3</sup>	6,54 c
r <sup>2</sup>	0,76
c.v.	16,58
p value	<0,0001

*Diferentes letras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).*

### 1-3 Longitud de raíces.

Un menor volumen de sustrato, con menor capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes para que las raíces puedan explorar, sumado a la barrera física constituida por el envase en sí mismo, se manifestó en una reducción de la longitud de raíces, y por ende, se afectó el crecimiento de la parte aérea de los plantines.

Los resultados confirmaron que el volumen de las celdas influyó en el crecimiento radicular. En forma general las tendencias mostraron un aumento en la longitud de las raíces en favor de las celdas de mayor volumen, quedando en evidencia principalmente cuando se utilizaron celdas de 7 cm<sup>3</sup>.

No obstante, si se analiza la respuesta de esta variable para las celdas de 13 cm<sup>3</sup> y 24 cm<sup>3</sup>, en general, las diferencias son menos marcadas. Al estudiar los resultados no se observan diferencias significativas entre los volúmenes de celdas de 24 cm<sup>3</sup> y 13 cm<sup>3</sup>; pero sí arroja diferencias significativas entre esos dos volúmenes y el de 7 cm<sup>3</sup>. En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 4:** Longitud de raíces (cm) promedio al momento del trasplante, de plantines de lechuga, obtenidos en diferentes volúmenes de celdas.

<b>Tratamientos</b>	<b>Longitud de las raíces (cm)</b>
	<b>35 dds</b>
<b>24 cm<sup>3</sup></b>	14,34 a
<b>13 cm<sup>3</sup></b>	14,03 a
<b>7 cm<sup>3</sup></b>	9,12 b
<b>r<sup>2</sup></b>	0,39
<b>c.v.</b>	25,34
<b>p value</b>	0,0013

*Diferentes letras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).*

Los resultados coinciden con los hallados por Machado *et al.*, (2008), quienes estudiaron la producción de plántulas de lechuga tipo crespa cv. Cinderela y Veneranda en bandejas de

isopor y plástico de diferentes volúmenes de celdas. Las plántulas fueron evaluadas 34 días después de la siembra, observando diferentes variables, entre ellas, longitud de raíces. Se encontró que las celdas de mayor volumen son las más indicadas, ya que ofrecen las mejores condiciones para el crecimiento de las plántulas.

#### 1-4 Biomasa en peso verde y seco de plantines.

A pesar de que los análisis anteriores demostraron el efecto que genera un menor volumen de celdas sobre el número de hojas, altura de plantines y longitud de raíces, al evaluar éstas variables en relación a su peso se confirmó aún más los resultados logrados. En relación a ello, las tendencias de peso en plantines crecidos en celdas de 24 cm<sup>3</sup> fueron superiores en comparación con las celdas de 13 cm<sup>3</sup> y 7 cm<sup>3</sup>, tanto en peso verde y seco de parte aérea y raíces, como se muestra en las Tablas 5 y 6.

Analizando los resultados se observa que el peso verde de la parte aérea arrojó diferencias significativas entre los tres volúmenes de celdas, mostrando claramente como a mayor volumen de celda, mayor es el peso verde de la parte aérea.

En cuanto al peso verde de raíces los dos volúmenes más grandes no mostraron diferencias significativas entre sí, pero sí arrojaron diferencias significativas estos dos volúmenes comparados con el de 7 cm<sup>3</sup>.

Al analizar el peso verde total los tres volúmenes mostraron diferencias significativas entre sí, lo que confirma la aseveración de que a mayor volumen de celda, mayor peso verde total (Tabla 5).

Los datos coinciden con los encontrados por Seabra Jr. *et al.*, (2002), quienes evaluaron la calidad de plantines de lechuga cultivares Raider y Lucy Brown, producidos en contenedores con diferentes volúmenes de celdas de 24; 13 y 6 cm<sup>3</sup>, que fueron trasplantados a los 29 días después de la siembra cuando ya tenían 4 hojas verdaderas. Los plantines que fueron producidos en bandejas con celdas de 24 cm<sup>3</sup> son los que alcanzaron mayor materia fresca de parte aérea.

Por su parte, Machado *et al.*, 2008 obtuvieron repuestas semejantes a los 34 días de la siembra en plantines de Lechuga tipo cresa, con valores de peso fresco de parte aérea y peso fresco de raíces mayores cuanto mayor era el volumen de las celdas.

**Tabla 5:** Peso Verde (g) promedio al momento del trasplante, de los plantines de lechuga obtenidos en diferentes volúmenes de celdas.

Tratamientos	P.V parte aérea (g.)	P.V. raíces (g.)	P.V total (g.)
	35 dds	35 dds	35 dds
<b>24 cm<sup>3</sup></b>	2,54 a	0,47 a	3,01 a
<b>13 cm<sup>3</sup></b>	1,11 b	0,37 a	1,48 b
<b>7 cm<sup>3</sup></b>	0,56 c	0,23 b	0,79 c
<b>r<sup>2</sup></b>	0,69	0,46	0,70
<b>c.v.</b>	41,41	31,49	35,85
<b>p value</b>	<0,0001	0,0002	<0,0001

*Diferentes letras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).*

Los resultados para peso seco de parte aérea arrojaron diferencias significativas entre los tres volúmenes analizados. En cuanto al peso seco de raíces los dos volúmenes superiores no mostraron diferencias significativas entre sí, pero sí arrojaron diferencias significativas comparados con las celdas de 7 cm<sup>3</sup>. El peso seco total mostró diferencias significativas entre los tres volúmenes, confirmando que a mayor volumen de celda, mayor peso seco total (Tabla 6).

Resende *et al.*, 2003 obtuvieron resultados semejantes para Lechuga tipo arrepollada cultivar Raider, observando valores de biomasa total verde y seca mayores, mientras mayor fue el volumen de la celdas analizado.

**Tabla 6:** Peso Seco (g) promedio al momento del trasplante, de los plantines de lechuga obtenidos en diferentes volúmenes de celdas.

Tratamientos	P.S. parte aérea (g.)	P.S. raíces (g.)	P.S total (g.)
	35 dds	35 dds	35 dds
24 cm <sup>3</sup>	0,14 a	0,02 a	0,16 a
13 cm <sup>3</sup>	0,08 b	0,02 a	0,10 b
7 cm <sup>3</sup>	0,05 c	0,01 b	0,06 c
r <sup>2</sup>	0,66	0,48	0,66
c.v.	33,91	21,04	30,05
p value	<0,0001	0,0002	<0,0001

*Diferentes letras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).*

Evidentemente, las restricciones en el crecimiento radicular tuvieron una implicancia significativa sobre el crecimiento de la parte aérea; afirmación que coincide con los resultados obtenidos por Cantliffe, 1993 y con Nesmith y Duval, 1998.

## PRODUCCIÓN A CAMPO

### Cuantificación de las variables ambientales en el microambiente del cultivo de lechuga.

Los resultados que se obtuvieron demostraron que la utilización de la manta térmica como medida de protección del cultivo en el campo, modificó el comportamiento de algunas de las principales variables ambientales involucradas en la determinación del rendimiento del cultivo para condiciones climáticas otoñales. A continuación se analiza en detalle la respuesta del comportamiento de la radiación, temperatura y humedad del suelo, temperatura y humedad del aire para cada situación.

#### 2-1 Radiación

El uso de la manta térmica sobre el cultivo de lechuga generó una modificación de la cantidad de RFA que llegó al mismo, detectándose valores de transmisividad promedio del

57%, situación que coincide con lo hallado por Benoit y Ceustermans, (1987) quienes registraron cambios en los niveles de radiación incidente sobre las plantas que se encontraban debajo del área cubierta por la manta.

Los resultados obtenidos coinciden, además, con los logrados por Guiñazú, (2011) quien midió valores de trasmisividad de la RFA entre 55 y 62%. Suárez- Rey, (2009), midió una trasmisividad media de la RFA bajo la manta cercana al 65%; por su parte López *et al.*, (2003), Sá y Reghin, (2008) y Feltrim *et al.*, (2006) encontraron una reducción de la trasmisividad del 15% de la RFA con el uso de manta térmica.

## 2-2 Temperatura del suelo

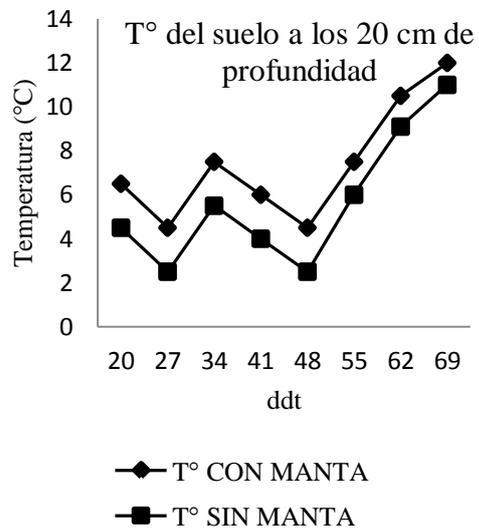
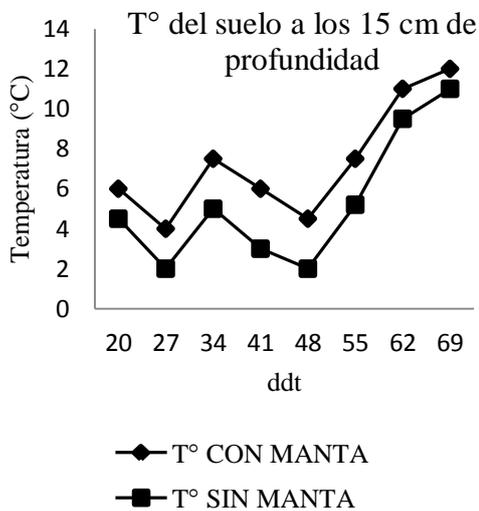
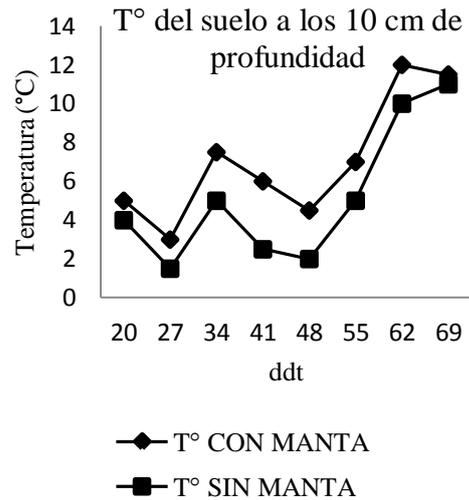
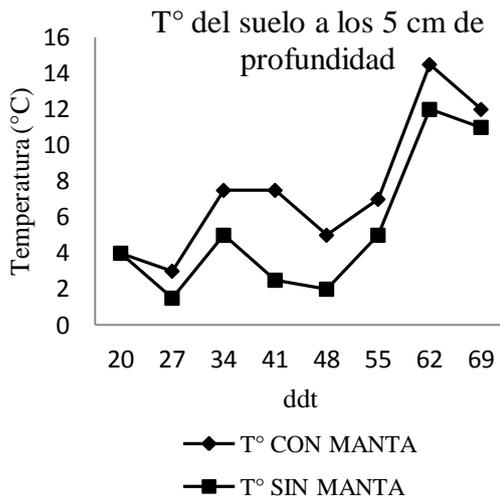
Al pasar los días después del trasplante la temperatura, independientemente de la profundidad, fue en aumento, tanto en la situación con manta como en la sin manta, con resultados siempre superiores para el primer caso.

La temperatura del suelo, como otras variables, manifestó una modificación con la utilización de la manta térmica en las profundidades analizadas. La situación con manta siempre arrojó valores de temperatura superiores a la situación sin manta.

Los datos obtenidos demuestran un aumento promedio de la temperatura del suelo por efecto de la manta, de alrededor de 2°C durante el ciclo del cultivo en cada una de las profundidades evaluadas (Gráfico 1).

Los resultados obtenidos son similares a los encontrados por Hernández y Castilla, (1993) que analizaron que el uso de la manta térmica aumenta la temperatura del suelo respecto al suelo sin protección.

Por su parte Suárez-Rey *et al.*, (2009), registraron aumentos de temperatura de suelo de 2 °C respecto al suelo sin protección. La temperatura edáfica tiene implicancias en el desarrollo del cultivo, ya que el mismo, dado su hábito de crecimiento, se encuentra muy cerca de la superficie del suelo y una mayor temperatura favorecería un rápido desarrollo.



**Gráfico 1:** Temperatura del suelo (°C) vs Días después del trasplante (ddt) a los 5, 10, 15 y 20 cm de profundidad.

### 2-3 Humedad del suelo

La humedad del suelo bajo la protección de la manta térmica resultó ser mayor respecto a la humedad del suelo sin protección en todas las profundidades analizadas. Los valores obtenidos debajo de la manta térmica mostraron un incremento en la variable con diferencias favorables de 13,67% hasta los 10 cm de profundidad; 17,11% de 10 a 20 cm y 19,68% de 20 a 30 cm de profundidad (Tabla 7). Los resultados coinciden con lo expresado por Resende *et al.*,

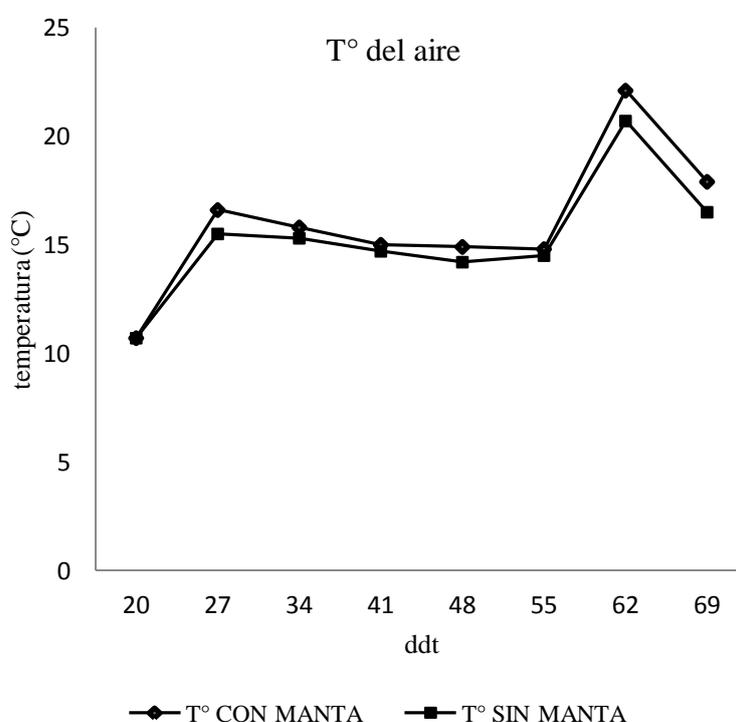
(2008); Salas *et al.*, (2008) que afirman que la utilización de mantas como protección de las plantas contribuye a mantener la humedad del suelo elevada.

**Tabla 7:** Diferencia promedio de humedad del suelo (%) a distintas profundidades durante el ciclo de producción del cultivo debajo de la manta térmica respecto a la situación sin manta.

Profundidad	Humedad del suelo (%)		
	0-10	10-20	20-30
Ciclo de producción	+13,67	+ 17,11	+ 19,68

#### 2-4 Temperatura del aire

El análisis de la temperatura del aire presentó un aumento promedio en el orden de 0,71°C debajo de la manta térmica respecto a la temperatura del aire exterior. Sin embargo, algunos resultados evaluados por otros autores, mostraron diferencias mínimas, e incluso nulas, entre la temperatura por debajo y fuera de la manta. La diferencia máxima observada alcanzó valores de hasta 1,4°C en favor de la manta térmica registrados para los 62 y 69 días después del trasplante (Gráfico 2).



**Gráfico 2:** Temperatura del aire (°C) vs. Días después del trasplante (ddt) para las situaciones con y sin manta térmica.

Los resultados encontrados en el aumento de la temperatura del aire, coinciden con los obtenidos por algunos autores como Suarez Rey *et al.*, (2009), Ferrato *et al.*, (2010), Guiñazú *et al.*, (2011), Hernández y Castilla, (1993), quienes hallaron incrementos en la temperatura del aire bajo la manta con respecto al aire exterior. Si bien los rangos de temperatura encontrados por estos autores no son los mismos, y son superiores a los obtenidos por este trabajo, todos los ensayos coinciden en que la temperatura bajo la manta es mayor a la registrada fuera de la misma.

## 2-5 Humedad relativa del aire

La humedad relativa (HR) del aire bajo la protección de la manta térmica, siempre resultó ser mayor respecto a la humedad del aire exterior. Los valores obtenidos debajo de la manta térmica mostraron un incremento en la variable con diferencias favorables de hasta un 5,65%, siendo el valor promedio del ciclo de 4,93% (Tabla 8). Los resultados coinciden con lo expresado por Hemphill, (1989); Wells y Loy, (1985); Pollard y Cundari, (1988); Kjelgren, (1994), que afirman como el efecto protector de la manta térmica contribuye a mantener valores más elevados de humedad.

**Tabla 8:** Diferencia promedio de humedad relativa del aire (%) durante el ciclo de producción del cultivo debajo de la manta térmica respecto a la situación sin manta.

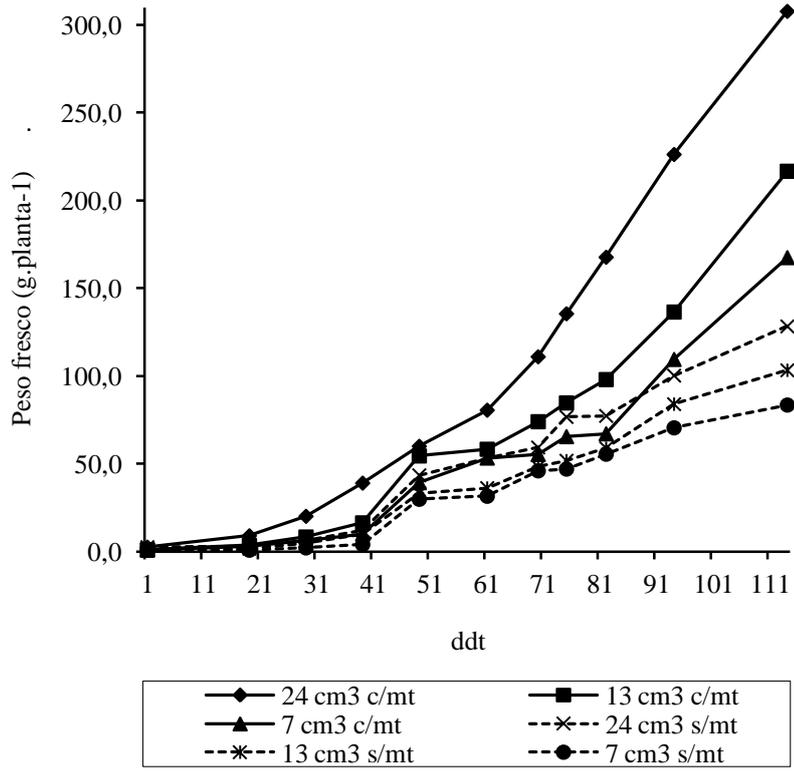
	Humedad relativa del aire (%)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Ciclo de producción	+ 4,15	+ 4,93	+ 5,65

Síntesis del comportamiento de las diferentes bandejas de germinación y uso de manta térmica sobre la evolución de la biomasa aérea y el rendimiento del cultivo

Analizando separadamente las situaciones con y sin manta térmica vemos que, el crecimiento acumulado en biomasa aérea a lo largo del ciclo cultivo a campo fue siempre superior cuando las plantas provenían de celdas de 24 cm<sup>3</sup>, seguidos de las celdas de 13 cm<sup>3</sup> y 7 cm<sup>3</sup>. Esto coincide con los resultados de Seabra Jr. *et al.*, (2002); Resende *et al.*, (2003), quienes encontraron respuestas semejantes para los mismos volúmenes de celdas evaluados.

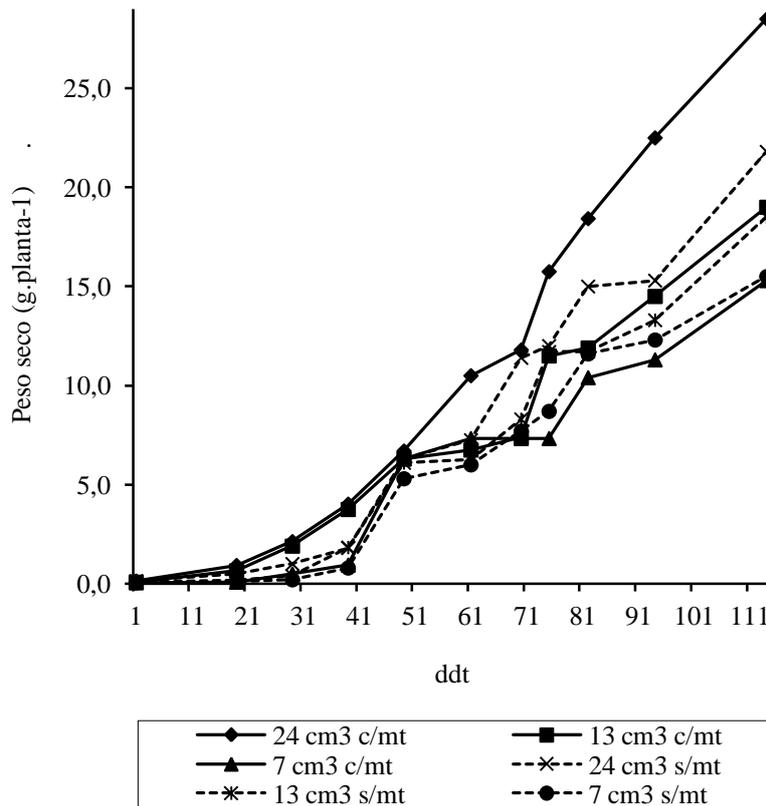
Los resultados mostraron claramente que al momento del trasplante aquellos plantines que tienen una mayor biomasa de raíces y parte aérea, como ocurrió con los obtenidos en las celdas de mayor volumen, respondieron a campo con un mejor desempeño logrando una mayor tasa de crecimiento a lo largo del ciclo, confirmando, de este modo, los resultados hallados por Leskovar, 2011.

La incorporación de la manta térmica a campo aumentó significativamente la producción de biomasa aérea en peso fresco y seco de las plantas, provenientes de todos los volúmenes de celdas durante el ciclo del cultivo (Gráficos 3 y 4).



**Gráfico 3:** Evolución de la producción de biomasa aérea expresada en peso fresco durante el ciclo del cultivo para cada tratamiento.

Independientemente del volumen de las celdas siempre la situación con manta arrojó mayor peso fresco que la situación sin manta. Los datos obtenidos coinciden con el análisis anterior en cuanto al volumen de las celdas, ya que también mostraron mayor peso fresco a mayor volumen de celda. En ambos casos el menor resultado se obtuvo en la celda de 7 cm<sup>3</sup>, arrojando un valor intermedio en la celda de 13 cm<sup>3</sup>.



**Gráfico 4:** Evolución de la producción de biomasa aérea expresada en peso seco durante el ciclo del cultivo para cada tratamiento.

Para el caso de peso seco, si bien el tratamiento 24 cm<sup>3</sup> con manta fue el que arrojó mayores valores a lo largo de todo el ciclo, se encontró que el tratamiento 24 cm<sup>3</sup> sin manta obtuvo más materia seca que los tratamientos restantes. Esto puede explicarse debido a que las condiciones ambientales a las que se expone el cultivo sin protección hacen que la cutícula del mismo sea de mayor grosor como protección por estar expuesta a condiciones adversas, generando un mayor peso seco de la biomasa aérea del cultivo.

Los resultados alcanzados coinciden con los hallados por Salas *et al.*, (2008), quienes observaron una mayor producción de materia verde (g) con la utilización de la manta térmica, en comparación a un testigo sin manta en condiciones de campo. Sin embargo, en cuanto a la producción de materia seca (g) no observaron diferencias significativas en los tratamientos.

De igual modo, Fernández Otto *et al.*, (2010) encontraron que en las situaciones protegidas con manta térmica se observó un aumento de la fitomasa fresca.

La combinación entre la producción de plantines en bandejas y la utilización de la manta térmica, permitió determinar que los mejores resultados productivos se obtuvieron cuando se utilizaron plantines provenientes de bandejas con celdas de mayor volumen en combinación con la utilización de manta térmica como medida de protección a campo para el ciclo de producción evaluado.

### **RENDIMIENTO A COSECHA**

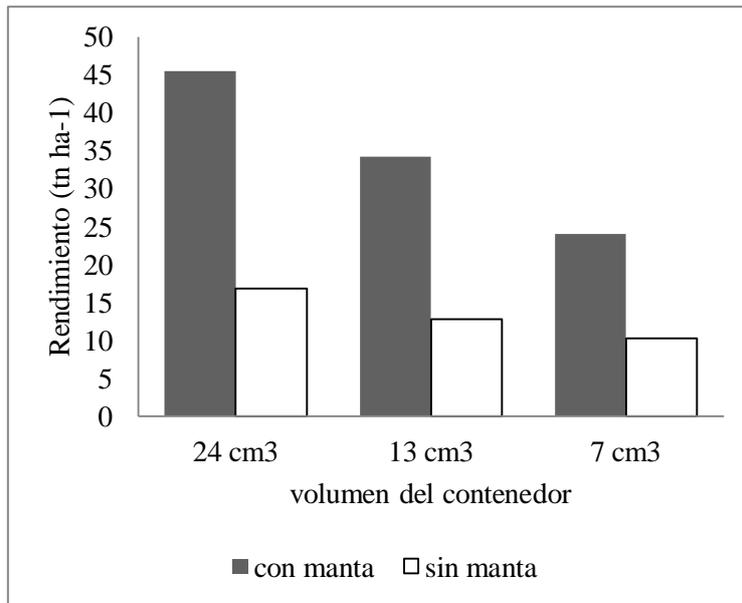
En el gráfico 5 se muestra el rendimiento a cosecha en peso fresco ( $t \cdot ha^{-1}$ ) para cada uno de los tratamientos, siendo para las celdas de  $7 \text{ cm}^3$  y sin manta térmica de  $10,22 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (e), con manta térmica  $23,98 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (c); para las celdas de  $13 \text{ cm}^3$  y sin manta térmica de  $12,78 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (e), con manta térmica  $34,23 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (b); para las celdas de  $24 \text{ cm}^3$  y sin manta térmica  $16,79 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (d) y con manta térmica  $45,51 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (a). Estos resultados indicaron que hubo diferencias estadísticamente significativas entre casi todos los tratamientos. Las celdas de  $13 \text{ cm}^3$  y  $7 \text{ cm}^3$  sin manta, fueron las únicas que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí (tabla 9).

En el gráfico 6 se muestra el rendimiento a cosecha en peso seco ( $t \cdot ha^{-1}$ ) para cada uno de los tratamientos, siendo para las celdas de  $7 \text{ cm}^3$  y sin manta térmica de  $1,91 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (e), con manta térmica  $2,18 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (de); para las celdas de  $13 \text{ cm}^3$  y sin manta térmica de  $2,31 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (d), con manta térmica  $3,20 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (b); para las celdas de  $24 \text{ cm}^3$  y sin manta térmica  $2,69 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (c) y con manta térmica  $4,10 \text{ t} \cdot ha^{-1}$  (a). Estos resultados indicaron que hubo diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos analizados (tabla 9).

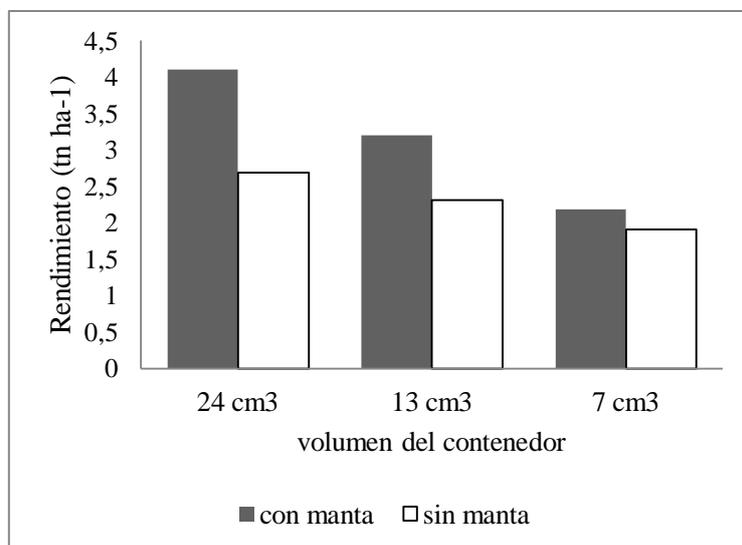
El rendimiento del cultivo protegido con la manta térmica fue superior al cultivo sin protección independientemente del volumen de la celda en la que creció el plantín hasta el momento del trasplante.

Se obtuvo un mayor rendimiento, tanto en peso fresco como en seco, en las plantas que provenían de las celdas de  $24 \text{ cm}^3$ , y un menor rendimiento en las que provenían de las celdas de  $7 \text{ cm}^3$ , arrojando valores intermedios las de  $13 \text{ cm}^3$ .

Las tendencias mostraron que utilizando mayores volúmenes de celdas y protegiendo al cultivo a campo con mantas térmicas, se logró a cosecha un efecto positivo sobre el rendimiento.



**Gráfico 5:** Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) en peso fresco para los diferentes volúmenes de contenedor



**Gráfico 6:** Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) en peso seco para los diferentes volúmenes de contenedor.

**Tabla 9:** Rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) en peso fresco y seco del cultivo de lechuga para los diferentes volúmenes de celdas

Tratamientos	Rendimiento	
	Peso fresco (t/ha)	Peso seco (t/ha)
24 cm <sup>3</sup> c/mt	45,51 a	4,10 a
13 cm <sup>3</sup> c/mt	34,23 b	3,20 b
7 cm <sup>3</sup> c/mt	23,98 c	2,18 de
24 cm <sup>3</sup> s/mt	16,79 d	2,69 c
13 cm <sup>3</sup> s/mt	12,78 e	2,31 d
7 cm <sup>3</sup> s/mt	10,22 e	1,91 e
<b>r<sup>2</sup></b>	0,81	0,61
<b>c.v.</b>	27,03	23,56
<b>p value</b>	<0,0001	<0,0001

## CONCLUSIONES

- En el cultivo de lechuga se obtuvieron plantines de mejor calidad utilizando bandejas con mayor volumen de celdas
- En el cultivo de lechua se mejoraron las condiciones de producción en trasplantes de otoño con el uso de bandejas de germinación de celdas de mayor tamaño ( $24\text{ cm}^3$ ) y el empleo de mantas térmicas.
- El volumen de celda de  $24\text{ cm}^3$  logró aumentar el rendimiento ( $\text{t ha}^{-1}$ ) en un 25% con respecto al volumen de celda de  $13\text{ cm}^3$ , y un 53% con respecto al volumen de  $7\text{ cm}^3$  para la situación con manta.
- El uso de la manta logró aumentar el rendimiento en un 37% en el tratamiento de  $24\text{ cm}^3$ .

## BIBLIOGRAFÍA

- ARGERICH C., TROILO L., RODRIGUEZ FAZZONE M., IZQUIERDO J., STRASSERA M. E., BALCAZA L., DAL SANTO S., MIRANDA O., RIVERO M.L., GONZALES CASTRO G., IRIBARREN M.J., 2011 **Manual de buena prácticas agrícolas en la cadena de tomate**. ISBN 978-92-5-306646-9 pag 435, 437, 438.
- BENOIT, F. y N. CEUSTERMANS. 1987. **Advancing the harvest of bolt-sensitive endives by means of temporary single and double direct crop covering**. *Plasticulture* 7: 4-8.
- BIAGGI M.C., KRYVENKY M., MAYOL M., SOSA D.A., VALEIRO A., 2003. **Manual de producción de plantas de Tabaco en bandejas flotantes**. ISBN pag 12.
- BORNE, HR. 1999. **Produção de mudas de hortaliças**. Guaíba. BR, Agropecuaria. 189 p.
- CANTLIFFE, D.J. 1993. **Pre and postharvest practices for improved vegetable transplant quality**. *HortTechnology* 3:415-417
- CARLUCCIO, C; M. P. LENSCAK; M. PANELO; M. DEL HUERTO COLOMBO; S. CÁCERES; N. MOLINA; E. SCAGLIA; C. PERNUZZI. 2010. **Desarrollo Actual de los Cultivos Protegidos en la República Argentina**. XXXIII Congreso de Horticultura Rosario.
- COFECYT, 2008. **Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo: hortalizas de hojas verdes (acelga, espinaca, lechuga)** - La Pampa y Santa Cruz. En:[http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pcias\\_pdfs/santa\\_cruz/UIA\\_hortalizas\\_de\\_hoja\\_08.pdf](http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pcias_pdfs/santa_cruz/UIA_hortalizas_de_hoja_08.pdf)
- CORTEZ, S. y D. LAVANDEROS, 2011. **Evaluación del uso de manta térmica complementada con mulching plástico transparente en el cultivo de melón**. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina).

- DAVIS, R., SUBBARAO, K., RAID, R., KURTZ., E. 1997. **Compendium of Lettuce Diseases**. APS. Press St. Paul, Minnesota.
- DE RESENDE, G. M. 2008. **Efeitos de tipos de bandejas e idade de trasplanto de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade da alface americana**.
- DI BENEDETTO, A. 2005. **Manejo de cultivos hortícolas: Bases ecofisiológicas y tecnológicas**. 1<sup>ed</sup>. Orientación gráfica editora. Buenos Aires.
- FELTRIM, A.L.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; BARBOSA, J.C. 2006. **Produção de chicória em função do período de cobertura com tecido de polipropileno**. *Horticultura Brasileira*. 23: 249-254.
- FILGUEIRA FAR. 2000. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: UFV. 402p.
- FERNANDES OTTO, R.; YAMOMOTO REGHIN, M.; NIESING, P. C.; ALVES REZENDE, B. L. 2010. **Respostas produtivas de alface em cultivo protegido com agrotêxtil**. *Bragantia*, Campinas, 69 (4): 855-860.
- FERRATO, J. A.; MONDINO, M. C.; GRASSO, R.; ORTIZ MACKINSON, M.; LONGO, A.; CARRANCIO, L.; FIRPO, I. T.; ROTONDO, R.; ZEMBO, J .C.; CASTRO, G.; GARCÍA, M.; RODRIGUEZ FAZZONE, M y M.J. IRRIBARREN. 2010. **Buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. Cadena de las principales hortalizas de hojas en Argentina. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO en Argentina)- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MINAGRI, Argentina) – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina) – Universidad Nacional del Rosario (UNR, Argentina)**. 433- 469 pp.
- FITZGERALD T. y M. STILTZ. 2005. **Row Covers**. Washington State University. Spokane county extension. Master gardener program.
- FUEYO OLMO M.A.; BARANDA ALVAREZ, A.; ARRIETA ILLUMBE, A.; 2003. **Semiforzado de lechuga de otoño-invierno al aire libre con agrotexiles**. Principado de Asturias. Consejería de medio rural y pesca.

- GIMÉNEZ, C; OTTO, R.F; CASTILLA, N 2002. **Productivity of leaf and root vegetable crops under direct cover**. Scientia Horti-culturae 94: 1-11.
- GREGOIRE Ph, 1989. **Los no tejidos y la protección de los productos hortícolas**. Artículo documentado por la ponencia presentada por este autor en CIPA, Budapest 1987. Rev. Horticultura 44 En 61-64.
- GUIÑAZÚ, M.E; CIRRINCIONE, M.A.; PORTELA, J.; BURBA, J.L.; CAVAGNARO, J.B. 2011. **Efectos de mantas térmicas en el crecimiento y producción de dos cultivares de ajo colorado**. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Libro de resúmenes. Pág. 296. Buenos Aires, Argentina.
- HEMPHILL, D. & JACKSON, T. 1982. **Effect of soil Acidity and Nitrogen on Field and Elemental Concentration of Bush Bean, Carrot and Lettuce**. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 107 (5): 41-42
- HEMPHILL, D.1989. **Tomato, cucurbit, and sweet corn growth under agriplastics as a function of heat unit accumulation**. Proceed of 21st NAPC, Orlando, Florida, pp. 276-282.
- HERNÁNDEZ, J; CASTILLA, N. 1993. **El semiforzado con cubiertas flotantes**. Hortofruticultura 4: 34-36.
- HORTICOM. 2012. Viverismo profesional: **Climatización. Mantas térmicas** En: <http://www.horticom.com/empresas/p/manta-termica/comercial-projar-s-a/8873/23267>. Consultado: 03/10/2014.
- KEBAT, C. y A. RICETTI. 2006. **Márgenes brutos de lechuga criolla, mantecosa y capuchina en planteos de invierno**. Boletín hortícola N°32. Año 11.
- KJELGREN, R. 1994. **Growth and water relation of Kentucky coffee tree in protective shelters during establishment**. HortScience, 29:777-780.
- LESKOVAR, D.I.; D.J. CANTLIFFE y P.J. STOFFELLA. 1990 **Root growth and rootshoot interaction in transplants and direct seeded pepper plants**. J. Expt. Bot. 30:249354.

- LESKOVAR, D.I. 2001 **Producción y ecofisiología del trasplante hortícola**. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- LOPEZ F., 1987. **Semiforzado de cultivos. Los agrotexiles o “mantas” para los cultivos**. Rev. Horticultura 31 Enero. 42-50. Citado en: FUEYO OLMO M.A.; BARANDA ALVAREZ, A.; ARRIETA ILLUMBE, A.; 2003. Semiforzado de lechuga de otoño-invierno al aire libre con agrotexiles. Principado de Asturias. Consejería de medio rural y pesca.
- LÓPEZ, M. 2002. **Influencia del volumen de contenedores de almácigo en el crecimiento y desarrollo de zapallo italiano (*Cucurbita pepo* L.)**. 55 p. Taller de licenciatura, Ing. Agr. Universidad Santo Tomás. Facultad de agronomía. Santiago, Chile. Citado en: SILVA ESCALANTE, K. 2007. Evaluación de volúmenes de alvéolos y mezclas de sustratos sobre la calidad del plantín de radicchio (*Cichorium intybus* L.) y su posterior comportamiento en campo. Tesis (Ing Agr). Universidad Católica de Valparaíso. Fac. de Agronomía.
- LOPEZ, J.C.; PÉREZ, C.; PÉREZ-PARRA, J.; CABRERA, F.J. 2003. **Evaluación de dos sistemas de ahorro de energía para un cultivo de pepino en invernadero “parral”**. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas (Pontevedra, 26 al 30 de mayo de 2003)
- MACHADO, A.Q.; R.H.B. NETO; A.Q. MACHADO y L.C. COELHO. 2008. Produção de mudas de alface crespa em diferentes tipos de bandejas, em Várzea Grande-MT. **Horticultura Brasileira** 26: S1036-S1041.
- MAROTO BORREGO, J. V.; A. M. GOMEZ y C. B. SORIA. 2000. **La lechuga y la escarola**. Fundación Caja Rural Valencia. Ediciones Mundi-Prensa.
- MERMIER M., G. REYD, J. C. SIMON y T. BOULARD. 1995. **The microclimate under Agril P17 for growing lettuce**. *Plasticulture*, 107: 4-12
- MINAMI, K. 1995. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 135 p.

- MODOLO, V.A. y J. TESSARIOLI NETO. 1999. **Desenvolvimento de mudas de quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L). Moench] em diferentes tipos de bandeja e substrato.** Scientia Agricola, v. 56, n. 2, p. 377-381.
- NESMITH, D. S. y J. R. DUVAL. 1998 **The effect of container size.** HortTechnology October-December 1998 8(4).
- PARKER, J., C. MILER, T. MURRAY y W. SNYDER. 2012. **How to Install a Floating Row Cover.** Washington State University Extension.
- PIMPINI, F., LAZZARIN, R., CHILLEMI, G. 2002. Aspetti generali. p. 21-43. In. I. De Maria, I. Lavezzo, A. Tadiotto (eds). Il Radicchio Variegato di Castelfranco. Veneto agricoltura, Veneto, Italia.
- POLLARD, J. E. y C. M. CUNDARI. 1988. **Over-wintering strawberry plants under rowcovers increases fruit production.** HortScience, 23:332 – 333.
- PRINTZ Ph., FAUS A., 1988. **El forzado con los agrotexiles.** Rev. Horticultura. 40Jul-Agost 47-53
- RESENDE, G.M.; J.E. YURI; J.H. MOTA; R.J. SOUZA; S.A.C. FREITAS y J.C. RODRIGUES JUNIOR. 2003. **Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplanto de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 3, p. 558-563.
- SÁ, G. D. y REGHIN, M. Y. 2008. **Desempenho de duas cultivares de chicória em três ambientes de cultivo.** Ciência e Agrotecnologia, v.32, p.378-384.
- SALAS, F.J.S; MORAES, C.A.P.; GARCIA, S.: SABUNDJIAN, T.T. 2008. **Evaluación del cultivo protegido por agrotexil en el cultivo de lechuga y su desempeño en diferentes tipos de aplicaciones.** Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal. Sao Paulo, Brasil.
- SEABRA, S. JR.; GADUM, J.; VILLANI PURQUERIO, L. F.; GONÇALVES TELLES L. M.; DA SILVA, N. y GOTO, R. 2002 **Produção de alface americana em função de tipos de bandeja.** UNESP-FCA, Departamento de Produção Vegetal/Horticultura, C. Postal 237, CEP 18603-970. Botucatu-SP, Brasil.

- SILVA E., K. I. CASTRO VALDEBENITO y B. MÓNICA. 2007. **Evaluación de volúmenes de alvéolos y mezclas de sustratos sobre la calidad del plantín de radicchio (*Cichorium intybus* L.) y su posterior comportamiento en campo.** Tesis (Ing Agr). Universidad Católica de Valparaíso. Fac. de Agronomía.
- SILVA, S. y R. KATHERINE. 2004. **Evaluar tres tamaños de celdillas de bandejas de speedling, sobre la calidad de las plántulas y la producción de una variedad de lechuga (*Lactuca sativa* L.) tipo escarola.** Tesis (Ing. Agr.). Santiago, Chile. p 89.
- SUÁREZ-REY, E. M. 2009. **Producción de ajo tierno bajo cubiertas flotantes de agrotexil.** *Revista horticultura.* Pág. 1-9. España.
- T&T VEGETABLES SEEDS. 2006. **Vegetable news N° 3.** En: <http://www.vegetableseeds.it/cataloghi/7luglio/NEWS3.pdf>. Consultado: 16/11/2014.
- TRAUNFELD, J. 2011. **Floating row cover - an organic gardening tool that improves plant growth and excludes pests.** En: Grow it eat it. Maryland's food gardening network. Extension Specialist, University of Maryland.
- UGARRIZA, S. 2009. **Terminología comercial agropecuaria.** Editorial EUCASA/B.T.U. ISBN 9506230501, 9789506230500. Página 188.
- ULLÉ, J. A. 2003 **Relación parte aérea – radicular en plantines de lechuga en contenedor con distintos volúmenes de celdas y mezclas de sustratos.** XXVII Congreso Argentino de Horticultura. Libro de Resúmenes. Villa de Merlo, San Luis, Argentina. Pág. 49.
- VAISSIERE, B. E; FROISSART, R 1996. **Pest management and pollination of cantaloupes grown under spundbounded row covers in West Africa.** *Journal of Horticultural Science* 71: 755-766.
- VAVRINA, C. S. 1995. **An introduction to the production of containerized vegetable transplants.** Univ. of Florida, Gainesville, Coop. Ext. Serv., Bul. 302.

- VELÁZQUEZ LÓPEZ, V. 2011. **Comprender la importancia de la explotación hortícola en el país y su proyección hacia un mercado globalizado. Importancia alimenticia y socioeconómica de las hortalizas.** Olericultura. Horticultura. Página1.
- VIGLIOLA, M. 1996. **Manual de Horticultura.** 2<sup>da</sup> Edición. 3<sup>ra</sup> Reimpresión. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- WACQUANT, C Y LE BOHEC. J., 1982. **Laitues de Serre.** CTIFL. Paris.
- WELLS, O. S. y J. B. LOY. 1985. **Intensive vegetable production with row covers.** HortScience, 20:822 – 826.
- WESTON, L. y B. ZANDSTRA. 1986. **Effect of root container size and location of production on growth and yield of tomato transplants.** J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(4):498-501.
- WIEN, H. C. 1997. **The physiology of vegetable crops.** CABI Publishing.
- Whitaker, T.W., Ryder. V, Rubatzky, V. y Vail, P. 1974. **Lettuce production in the Unites States.** USDA. Agrc. Handbbok N° 22. Washington.
- WOLFE, D. W.; L. D. ALBRIGHT y J. WYLAND. 1989. **Modelling row cover effects on microclimate and yield. I. Growth response of tomato and cucumber.** JASHS, 114(4): 562-568.