



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final presentado para optar al  
Grado de Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Proyecto

**Volumen del contenedor y protección con  
manta térmica en la producción del cultivo de  
lechuga a campo**

Alumno: Juan Ignacio Ituarte

D.N.I. 33.926.181

DIRECTOR: Ing. Agr. Ms. Sc. Liliana Grosso

CO-DIRECTOR: Ing. Agr. Fabricio Salusso

Río Cuarto - Córdoba

Noviembre 2015



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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del Trabajo Final: “Volumen del contenedor y protección con manta térmica en la  
producción del cultivo de lechuga a campo”

Autor: Juan Ignacio Ituarte

Director: Ing. Agr. Ms. Sc. Liliana Grosso

Co - Director: Ing. Agr. Fabricio Salusso

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

Ing. For. Marcela Demaestri

Ing. Agr. Cristina Somma

Ing. Agr. Ms. Sc. Liliana Grosso

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

Aprobado por secretaría académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Secretario Académico: \_\_\_\_\_

Firma

## INDICE GENERAL

<b>INDICE GENERAL .....</b>	<b>III</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>V</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>VII</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>VIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1. Cultivo de Lechuga.....	1
1.1 Producción mundial y nacional.....	1
1.2 Morfología de la especie.....	1
1.3 Requerimientos climáticos.....	2
2. Producción de plantines en bandejas de germinación .....	3
3. Utilización de manta térmica en la protección del cultivo.....	7
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>11</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>12</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
1. Determinación de las variables que definen la calidad del plantín.....	13
2. Cuantificación de las variables ambientales en el cultivo de lechuga .....	15
2.1 Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA).....	17
2.2 Temperatura del aire .....	17
2.3 Humedad relativa del aire .....	17
3. Interacción de los volúmenes de celdas y manta térmica sobre la evolución de la biomasa aérea y rendimiento del cultivo .....	18
<b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>19</b>
1. Determinación de las variables que definen la calidad del plantín.....	19
1.1 N° de hojas.....	19
1.2 Altura de plantines .....	21
1.3 Longitud de raíces.....	22
1.4 Biomasa de los plantines.....	24

2. Cuantificación de las variables ambientales en el cultivo de lechuga .....	27
2.1 Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA).....	27
2.2 Temperatura del aire .....	28
2.3 Humedad relativa del aire .....	29
2.4 Aportes de agua desde trasplante a cosecha.....	30
3. Interacción de los volúmenes de celdas y manta térmica sobre la evolución de la biomasa aérea y rendimiento del cultivo .....	30
3.1 Evolución de la biomasa aérea durante el ciclo del cultivo .....	30
3.2 Rendimiento.....	31
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>44</b>
<b>IMÁGENES.....</b>	<b>44</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Contenido de nitrógeno de nitrato, nitrato, humedad, materia orgánica, fósforo y pH de la parcela de ensayo hasta los 20 cm de profundidad. U.N.R.C. Río Cuarto.....	13
Tabla 2: Número de hojas promedio al momento del trasplante obtenidas para los diferentes volúmenes de celdas. U.N.R.C. Río Cuarto.....	19
Tabla 3: Altura de plantines promedio al momento del trasplante obtenidas para diferentes volúmenes de celdas. U.N.R.C. Río Cuarto.....	21
Tabla 4: Longitud de raíces promedio al momento del trasplante obtenidas para diferentes volúmenes de celdas. U.N.R.C. Río Cuarto.....	23
Tabla 5: Peso fresco promedio de la parte aérea, raíces y total de los plantines al momento del trasplante obtenidos para los diferentes volúmenes de celdas. U.N.R.C. Río Cuarto.....	25
Tabla 6: Peso seco promedio de la parte aérea, raíces y total de los plantines al momento del trasplante obtenidos para los diferentes volúmenes de celdas. U.N.R.C. Río Cuarto.....	25
Tabla 7: Incrementos promedios de temperatura mínima, media y máxima del aire en el ambiente protegido con la manta térmica respecto a la temperatura del aire libre durante el ciclo de producción otoño-invernal del cultivo de lechuga. U.N.R.C. Río Cuarto.....	28
Tabla 8: Rendimiento promedio en peso fresco y seco (t ha-1) para los diferentes tratamientos. U.N.R.C. Río Cuarto. ....	32

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diseño del experimento completamente aleatorizado. U.N.R.C. Río Cuarto. ....	14
Figura 2: Diseño experimental en parcelas divididas. U.N.R.C. Río Cuarto.....	16
Figura 3: Evolución del número de hojas de los plantines hasta el momento de trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.....	20
Figura 4: Evolución de la altura de los plantines hasta el momento de trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.....	22
Figura 5: Evolución del crecimiento de las raíces de los plantines hasta el momento de trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto. ....	24
Figura 6: Evolución del peso fresco de los plantines hasta el momento de trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.....	26
Figura 7: Evolución del peso seco de los plantines hasta el momento de trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.....	26
Figura 8: Evolución de las temperaturas máximas y mínimas en el ambiente bajo la manta térmica (c/mt) y del aire libre durante el ciclo del cultivo. U.N.R.C. Río Cuarto. ....	29
Figura 9: Aportes de agua en el ciclo del cultivo. U.N.R.C. Río Cuarto. ....	30
Figura 10: Crecimiento en biomasa aérea fresca ( $\text{g.planta}^{-1}$ ) del cultivo de lechuga para cada tratamiento. U.N.R.C. Río Cuarto.....	31
Figura 11: Rendimiento en peso fresco ( $\text{t ha}^{-1}$ ) obtenido en cada tratamiento a la cosecha del cultivo.U.N.R.C. Río Cuarto.....	33
Figura 12: Rendimiento en peso seco( $\text{t ha}^{-1}$ )obtenido en cada tratamiento a la cosecha del cultivo. U.N.R.C. Río Cuarto.....	33

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la calidad de plantines de lechuga (*Lactuca sativa L.*) obtenidos en bandejas de germinación de diferente volumen de celdas y el uso de manta térmica a campo sobre el rendimiento de un cultivo de lechuga durante un ciclo de producción otoño-invernal para Río Cuarto (Córdoba). Para ello se sembró en mayo/2014 un cultivar de lechuga tipo mantecosa. Los tratamientos fueron bandejas con celdas de 24, 13 y 7 cm<sup>3</sup> en un diseño completamente aleatorizado. Se evaluó la calidad de los plantines a través del número de hojas, longitud de raíces, altura de plántula, peso fresco y seco de parte aérea y raíces hasta el trasplante a campo efectuado a los 49 días después de la siembra. Los tratamientos a campo resultaron de la combinación de los volúmenes de celdas (cm<sup>3</sup>) y la presencia (c/mt) o ausencia (s/mt) de manta térmica: 24 cm<sup>3</sup> c/mt; 13 cm<sup>3</sup> c/mt; 7 cm<sup>3</sup> c/mt; 24 cm<sup>3</sup> s/mt; 13 cm<sup>3</sup> s/mt y 7 cm<sup>3</sup> s/mt, en un diseño experimental en parcelas divididas. El marco de plantación utilizado fue de 0,35 m entre hileras y 0,25 m entre plantas. La manta se colocó al trasplante y el riego se efectuó mediante un sistema de goteo. Se evaluó el efecto de la manta sobre la radiación fotosintéticamente activa (RFA), temperatura y humedad del aire, y la interacción del volumen de celdas y uso de manta sobre la producción de biomasa aérea en el ciclo y el rendimiento a cosecha. Los resultados mostraron diferencias significativas con un mayor número de hojas, altura de plántula, peso fresco y seco de parte aérea para aquellos plantines obtenidos en celdas de 24 cm<sup>3</sup>, seguidas de 13 cm<sup>3</sup> y finalmente 7 cm<sup>3</sup>. No se encontraron diferencias significativas respecto a longitud, peso de raíces y peso total al comparar celdas de 24 y 13 cm<sup>3</sup>. La manta térmica produjo una reducción de la RFA, aumentó la temperatura del aire y humedad del aire. La producción de biomasa aérea en el ciclo fue superior en aquellos plantines provenientes de celdas de mayor volumen y con uso de manta térmica. El rendimiento en peso fresco del cultivo presentó diferencias estadísticas significativas, siendo el tratamiento de 24 cm<sup>3</sup> c/mt el de mejor desempeño con un valor de 33,8 t.ha<sup>-1</sup>. La utilización de celdas de mayor volumen mejoró la calidad de los plantines y la interacción con el uso de manta térmica aumentó la precocidad del cultivo y el rendimiento en peso fresco a cosecha para las condiciones de producción otoño-invernales del cinturón hortícola de Río Cuarto.

Palabras claves: lechuga mantecosa (*Lactuca sativa L.*), volumen de celdas, plantines, manta térmica, Río Cuarto.

## SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the quality of lettuce (*Lactuca sativa L.*) seedlings obtained from trays of germinating different cell volume and the use of floating row cover on the yield of field grown lettuce during the autumn- winter production cycle in Río Cuarto (Córdoba). Sowing started in May/2014 using a cultivar of butterhead lettuce. The treatments were trays with cells 24, 13 and 7 cm<sup>3</sup> in a completely randomized design. Quality parameters of seedlings such as number of leaves, root length, seedling height, fresh and dry weight of aerial parts and roots, were evaluated until the transplant date, 49 days after planting. Field treatments were the combination of cell volumes (cm<sup>3</sup>) and the presence (c/mt) or absence (s/mt) of floating row cover: 24 cm<sup>3</sup> c/mt; 13 cm<sup>3</sup> c/mt; 7 cm<sup>3</sup> c/mt; 24 cm<sup>3</sup> s/mt; 13 cm<sup>3</sup> s/mt y 7 cm<sup>3</sup> s/mt in a split plot experimental design. The plantation frame used was 0.35 m between rows and 0.25 m between plants. The floating row cover was placed at the moment of the transplant and irrigation was made through a drip system. The effect of floating row cover over the photosynthetically active radiation (PAR), temperature and humidity; and the interaction between the cells volume and use of floating row cover over the biomass production during the cycle and field performance was evaluated until the harvest date. The results showed significant differences with a greater number of leaves, seedling height, fresh and dry weight of aerial parts for those seedlings obtained in 24 cm<sup>3</sup> cells followed by 13 cm<sup>3</sup> and finally 7 cm<sup>3</sup>. There were not significant differences in roots length, roots weight and total weight between treatments with cells of 13 cm<sup>3</sup> and 24 cm<sup>3</sup>. The floating row cover produced a reduction of the PAR, increased air temperature and air humidity. The biomass production during the cycle was higher in those seedlings obtained from higher cell volume and produced under the floating row cover. The fresh yield presented statistically significant differences, being the 24 cm<sup>3</sup> c/mt treatment the top performer with a value of 33.8 t ha<sup>-1</sup>. The use of cells of higher volume improved the quality of seedlings. The interaction between the higher cells volume and the use of floating row cover increased the earlier maturity of the crop and the fresh yield during the autumn- winter production cycle in Río Cuarto

Keywords: butterhead lettuce (*Lactuca sativa L.*), cell volume, seedlings, floating row cover, Río Cuarto.



# INTRODUCCIÓN

## 1. Cultivo de Lechuga

### 1.1 Producción mundial y nacional

La lechuga es la hortaliza de hoja más producida a nivel mundial con 25,8 millones de toneladas anuales (FAO, 2013); la mayor parte se utiliza en ensaladas, ya sea sola o acompañando otras verduras, hortalizas, carnes y quesos (Katz *et al.*, 2003).

En Argentina, es uno de los rubros más importantes en la producción hortícola. No existen estadísticas actualizadas que informen con precisión la cantidad de superficie cultivada y su producción, así como tampoco datos del consumo de hortalizas por persona y año. Según el Censo Agropecuario Nacional 2002 indica una superficie plantada de 9340,9 ha a campo y 393,1 ha bajo cobertura plástica (INDEC, 2002).

Entre los años 2010 y 2014, el volumen total de ingreso de hortalizas al Mercado Central de Buenos Aires tuvo un promedio de 769.533 tn anuales. El ingreso de lechuga representó un 2,8% en este volumen, con un promedio de ingreso anual de 21.928 tn (INTA – CMCBA, 2015).

La producción hortícola en Río Cuarto, comprende aproximadamente unas 700 has cultivadas. La lechuga es una de las principales hortalizas que se producen en el cinturón verde. Tradicionalmente cultivada a campo, y a partir de la difusión de invernaderos, ocupa un lugar preponderante en los diferentes esquemas productivos (Grosso *et al.*, 2015).

### 1.2 Morfología de la especie

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es una planta anual y autógama, 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 apretado según la variedad. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado. El tallo es cilíndrico y ramificado (Di Benedetto, 2005).

Las inflorescencias son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos. Los capítulos están constituidos por 15 a 30 flores con un receptáculo plano y rodeado por brácteas formando un involucre. Las flores son liguladas, de color blanco-amarillentas y hermafroditas. El cáliz es filamentosos y forma el papus o vilano que actúa como órgano de diseminación anemófila. El androceo está compuesto por cinco estambres cuyos filamentos están adheridos a la corola y unidos por las anteras formando un tubo que rodea el estilo. El gineceo es bicarpelar de ovario ínfero con un lóculo y un óvulo (Vigliola, 1996).

El fruto, comúnmente llamado semilla, es un aquenio de color blanco o negro. Es pequeño, de forma alargada y de aproximadamente unos tres mm de longitud terminando en punta y achatado lateralmente. En su base se encuentra el papus o vilano que se desprende fácilmente quedando el fruto limpio. Cada gramo contiene entre 500 a 900 semillas, siendo su vida útil de cuatro a seis años (Vigliola, 1996; Di Benedetto, 2005).

### **1.3 Requerimientos climáticos**

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 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 radiación solar y la temperatura son los principales factores determinantes de la tasa de crecimiento en lechuga, expresado como un incremento en el número de hojas. A medida que se dispone de un adecuado suministro de agua y nutrientes, un incremento en la temperatura entre 10 y 30 °C; y del nivel de radiación fotosintéticamente activa entre 1 y 26  $Mj.m^{-2}.día^{-1}$  aumenta el número de hojas expandidas por unidad de tiempo logrando mayores rendimientos a cosecha (Di Benedetto, 2005).

En relación a estos factores es importante considerar que la combinación de reducida radiación solar y altas temperaturas puede generar hojas largas y finas, dificultando la formación de la “cabeza” en las variedades *capitata*. El tiempo requerido para producir una cabeza de tamaño comercial disminuye a medida que la radiación se incrementa (Di Benedetto, 2005).

Las temperaturas elevadas y las fluctuaciones muy acentuadas favorecen la floración prematura, originan un sabor amargo en las hojas, hacen que los cogollos sean poco compactos en las variedades *capitata*, y predisponen la aparición de enfermedades como el “tip burn” o quemadura de borde de hoja (Sarli, 1980; Vigliola, 1996; Di Benedetto, 2005).

Las variedades *capitata* poseen determinadas exigencias en temperaturas nocturnas y diurnas. Diversos autores señalan que para conseguir un buen desarrollo de las cabezas son necesarias temperaturas diurnas comprendidas entre 17 y 28 °C, y temperaturas nocturnas entre 3 y 12 °C. La incidencia de temperaturas más bajas puede inhibir el crecimiento, mientras que regímenes más elevados estimulan la floración, sobretodo en fotoperíodos largos (Whitaker *et al.*, 1974; Maroto Borrego *et al.*, 2000; Di Benedetto, 2005; FAO, 2006), deteriorándose la calidad del cultivo debido a la acumulación de látex amargo en su sistema vascular (FAO, 2006).

La temperatura a la que crece la planta tiene un efecto significativo sobre el momento de floración. Bajo condiciones de temperaturas óptimas para la formación de la cabeza (11-19 °C), la floración se inhibe tanto porque se reduce la elongación del tallo como porque se estimula la aparición de las hojas que la forman (Di Benedetto, 2005).

La lechuga es un cultivo muy sensible al déficit hídrico por su sistema radical poco profundo, exigiendo niveles de humedad en el suelo cercanos a capacidad de campo (Ortega *et al.*, 1999; Adrover *et al.*, 2001; Rincón Sanchez, 2005). Algunos autores citan consumos de agua que varían según la época del año, variedad y forma de cultivo, en lechuga tipo Iceberg, Rincón Sanchez y Sáez (1997) y Rincón Sanchez (2001) determinaron valores de evapotranspiración de 160-150 mm para ciclos de otoño-invierno e invierno respectivamente y de 280 mm para ciclos de invierno-primavera.

## **2. Producción de plantines en bandejas de germinación**

El inicio de un cultivo de lechuga puede realizarse en almácigo y posterior trasplante a raíz desnuda, o en bandejas de germinación. La siembra directa es un método menos utilizado debido al reducido tamaño de la semilla. El uso de bandejas de germinación comenzó en 1985, con la aprobación de la bandeja de sistema multicelular, lo que permite obtener plantas más vigorosas y productivas (Minami, 1995; Modolo y Tessarioli Neto, 1999).

El sistema de producción en bandejas proporciona un mayor cuidado en la germinación de semillas y la emergencia, menor uso de semillas, mayor uniformidad en el crecimiento, superior tolerancia a estrés biológico. Además luego del trasplante mejora el uso de la tierra ya que el ciclo del cultivo se acorta, permite aumentar el número de rotaciones, se logra una mejor distribución espacial del cultivo, maximiza el uso del agua de riego, y facilita el control de malezas. Por lo tanto muchos de los costos de producción a campo como riego, fertilización y labores culturales son menores comparando con la siembra directa (Leskovar, 2001).

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

Una tendencia entre muchos productores comerciales de plantines es utilizar bandejas de germinación 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).

El tamaño del contenedor afecta el volumen del medio disponible para el crecimiento de la raíz, influyendo sobre la cantidad de agua y nutrientes disponibles, pudiendo tener efecto sobre el crecimiento de las plantas. La mayoría de los estudios realizados sobre el efecto del volumen del contenedor en el crecimiento y desarrollo han puesto foco en hortalizas como poroto (Carmi y Heuer, 1981), tomate (Peterson *et al.*, 1991 a, 1991b, 1991c; Bar-Tal *et al.*, 1995), calabaza (Nesmith, 1993); ornamentales leñosas (Tilt *et al.*, 1987; Dubik *et al.*, 1989, 1990) y árboles (Hanson *et al.*, 1987; Ismail y Noor, 1996). Estos estudios muestran que las restricciones en la zona radical pueden hacer decrecer tanto el crecimiento radicular como de la parte aérea.

Así, un pequeño espacio disponible para las raíces dificulta el normal suministro de agua y nutrientes, lo cual no permite garantizar el crecimiento y desarrollo óptimos del plantín (Menezes Junior *et al.*, 2000). El delicado equilibrio entre raíces y parte aérea puede alterarse cuando el sistema de raíces se restringe a un pequeño volumen enraizable. El

desequilibrio resultante puede tener a corto plazo, así como a largo plazo, efectos en la respuesta productiva del cultivo (Leskovar *et al.*, 1990).

El número de hojas de un plantín constituye un indicador importante del momento de trasplante, se recomienda efectuar esta operación entre 4 y 6 hojas verdaderas (Pimpini *et al.*, 2002). Lograr un mayor tamaño de plantines al momento del trasplante es un factor fundamental cuando se quiere lograr precocidad de cosecha y aumentar los rendimientos, ésta característica se torna aún más importante en ambientes con restricciones ambientales (Vagnoni *et al.*, 2014), como ocurre en épocas de otoño-invierno en el cinturón hortícola de Río Cuarto (Adesur, 1999).

Cantliffe y Nicola (1996) evaluaron la influencia de distintos tamaños de celda y compresión del sustrato sobre la calidad al momento del trasplante de lechuga y su desempeño a campo utilizando celdas de 2, 11, 19 y 40 cm<sup>3</sup>. Los plantines obtenidos en celdas de 2 cm<sup>3</sup> fueron demasiado pequeños para sobrevivir al trasplante. Los plantines obtenidos en celdas de 11 cm<sup>3</sup> tuvieron menos hojas, menor área foliar, desarrollo radical y peso seco total respecto a los tratamientos de 19 y 40 cm<sup>3</sup>; además se vieron reducidos el peso seco total a cosecha, la tasa de asimilación neta y el área foliar a cosecha. El peso seco total de raíces fue mayor en las plantas que crecieron en celdas de 19 cm<sup>3</sup>, sin embargo las que crecieron en celdas de 40 cm<sup>3</sup> tuvieron mayor rendimiento a cosecha.

Un excelente plantín de lechuga es aquel que tiene un buen crecimiento radicular, un tallo vigoroso, con ausencia de clorosis, libre de plagas y enfermedades. La capacidad de un plantín para superar el estrés del trasplante depende de cómo soportan los cambios estructurales y funcionales 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 post-trasplante se ve reducida cuando se utilizan plantines de baja calidad (Leskovar, 2001).

Ullé (2003), evaluó los efectos del tamaño del contenedor en lechuga cv. Elisa, utilizando bandejas con celdas de 15, 25, 80 y 100 cm<sup>3</sup>. Encontrando que el contenedor 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 bandejas con celdas de 80 cm<sup>3</sup> solo difirieron estadísticamente de los de 15 cm<sup>3</sup>.

Alamo *et al.*, 2006 evaluaron el efecto del tamaño de celdas sobre el crecimiento y calidad de los plantines de lechuga bajo invernadero utilizando cv. Gallega de invierno, en tres tipos de bandejas con volúmenes de celda de 12, 20 y 46 cm<sup>3</sup>, midiendo número de

hojas, longitud de raíces, altura, peso fresco y seco de hojas, tallo y raíz, materia seca y relación vástago/raíz. En las celdas de 20 y 46 cm<sup>3</sup> se obtuvieron diferencias estadísticas logrando plantines de mejor calidad y un adelanto en el establecimiento de la planta luego del trasplante respecto a la celda de menor volumen.

Silva *et al.*, (2007) determinaron 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 celdas aumentó el número de hojas a trasplante y el peso fresco y seco. La longitud del plantín fué mayor en tanto aumentó el volumen de celdas. En campo, el peso de la cabeza comercial fue mayor, mientras mayor fue el volumen de celdas.

Moraes Echer *et al.*, (2007) evaluaron el efecto de bandejas de poliestireno con volumen de celdas de 24 y 13 cm<sup>3</sup> sobre la altura, longitud de raíces y peso seco total de plántulas de remolacha cv. Early wonder a los 40 días después de la siembra, encontrando en todas las variables estudiadas diferencias significativas. Las celdas de 24 cm<sup>3</sup> proporcionaron plantines de mejor calidad, con una mayor acumulación de materia seca, siendo más adecuadas para la producción de plántulas de remolacha.

Machado *et al.*, (2008) en Várzea Grande (Brasil), midieron el efecto de ocho tipos de bandejas de germinación de diferente volumen de celdas sobre la calidad de plantines de lechuga rizada cv. Cenicienta y Veneranda a los 34 días después de la siembra, observando número de hojas, altura, longitud de raíz, peso fresco de parte aérea y raíz de los plantines, concluyen que un mayor volumen permite obtener una mejor calidad de plantín. Sin embargo, si los plantines se trasplantan antes de los 34 días recomiendan usar bandejas con celdas de menor volumen.

Juri *et al.*, (2009) evaluaron los efectos del volumen de celdas de 25, 46, 80 y 180 cm<sup>3</sup> sobre la respuesta pretrasplante y a cosecha en plantas de lechuga, encontrando que las producidas en celdas de mayor volumen mostraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a valores medios del grupo de menor volumen en las siguientes variables: número de hojas, altura de parte aérea, longitud de raíz, relación parte aérea/raíz y peso fresco.

Vagnoni *et al.*, (2014) en plantines de tomate cultivados en celdas de 20, 40 y 120 cm<sup>3</sup> a los 38 días después de la siembra, determinaron que a menor volumen de celdas las plántulas fueron más pequeñas, con menor peso seco de raíces, tallos y hojas, menor área

foliar y contenido de azúcares solubles en los tallos, lo cual implica una reducción en el contenido de carbohidratos de reserva.

### **3. Utilización de manta térmica en la protección del cultivo**

Las protecciones en las hileras de cultivos se han utilizado durante muchos años en Europa, Asia, Israel y EE.UU. En estos días, están disponibles materiales más avanzados para mejorar medios de cultivo en hortalizas y plantas ornamentales. Algunos de estos materiales ligeros son conocidos como “mantas térmicas o agrotexiles” (Fitzgerald y Stiltz, 2005). Esta técnica viene destacándose a lo largo del tiempo, por su eficiencia y facilidad de manejo, siendo que la principal forma de aplicación como cubiertas (mantas) flotantes, que se colocan sobre el cultivo (Salas *et al*, 2008).

La manta térmica es un material confeccionado a partir de largos filamentos de polipropileno que se colocan en capas soldadas entre sí por termofusión, constituyéndose un material muy liviano y de resistencia suficiente para su utilización en la agricultura. Algunas de las ventajas del uso de mantas térmicas 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, sin necesidad de estructuras de sustentación (Ferratto *et al*, 2010; Otto *et al*, 2010).

La utilización de agrotexiles o mantas térmicas genera una modificación del fitoclima debajo de la cobertura, con cambios en los niveles de radiación incidente sobre las plantas (Benoit y Ceustermans, 1987), aumento de la temperatura (Abbes, 1986; Nelson y Young., 1986; Iapichino *et al.*, 2010), modificaciones en la humedad relativa del aire (Hemphill, 1989), así como la humedad del suelo (Wolfe *et al.*, 1989; Otto, 2000a), protección contra los vientos (Mermier *et al.*, 1995) y un mejor control térmico, siendo un buen protector contra heladas (Reghin *et al*, 2002; Fitzgerald y Stiltz, 2005).

Diversos estudios demuestran que la temperatura media del aire se vio incrementada por el uso de mantas térmicas en 2,4 °C respecto al control al aire libre. Este aumento de temperatura se debe al efecto invernadero de la cubierta, así como a la reducción del viento (Otto *et al*, 2000a). Además, la temperatura del suelo también se ve afectada por la cubierta, habiéndose registrado valores medios de 2°C más elevados en el tratamiento con agrotexil que al aire libre (Suarez-Rey, 2009).

El aumento de la temperatura del aire debajo de la manta térmica impacta sobre el contenido de humedad relativa del aire, ya que este factor se relaciona directamente con la temperatura. A medida que ésta se incrementa aumenta su capacidad para contener vapor de agua, al contrario cuando la temperatura del aire desciende una parte de la humedad se condensa, incluso antes de alcanzar valores inferiores a 0 °C. El calor desprendido en esa condensación retrasa el proceso de enfriamiento, reduciendo el efecto de la baja temperatura sobre el cultivo (Fuentes Yagiie, 1987).

Estos efectos que la manta térmica puede producir sobre la humedad relativa retarda el enfriamiento del aire por liberación de calor latente del agua al condensarse ( $600 \text{ cal.g}^{-1}$ ) o al congelarse ( $80 \text{ cal.g}^{-1}$ ). Esta energía no es suministrada si el aire está seco, y por ende el riesgo de helada es mayor. Además la emisividad del aire aumenta con la humedad, por ello una gran cantidad de humedad atmosférica reduce la posibilidad de ocurrencia de heladas (González Arancibia e Hidalgo Pizarro, 2009)

Otro efecto favorable es la retención de humedad en el suelo, el agua se condensa en la parte inferior de la cobertura y retorna al mismo. Además la protección contra los vientos también ayuda a la planta en la retención de la humedad (Mermier *et al.*, 1995; Fitzgerald y Stiltz, 2005).

La trasmisividad de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) de la manta térmica constituye un parámetro que indica la relación entre la RFA que incide sobre el material y la RFA que atraviesa al mismo e incide sobre el suelo y el cultivo (Suarez-Rey *et al.*, 2009).

Los valores de trasmisividad de la manta térmica no son constantes en el tiempo, 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).

En cultivo de ajo bajo cubierta en condiciones otoño invernales se registró una reducción de la RFA en un 35% en los tratamientos con manta térmica con respecto al 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 (Suarez-Rey, 2009).



Rocha (2000) observó un mayor desarrollo foliar en plantas de lechuga creciendo bajo manta térmica en contraste con plantas expuestas a radiación solar directa que presentaron hojas más alargadas y estrechas.

En el uso de manta térmica como medida de protección de las plantas se han observado múltiples resultados positivos como el aumento de la producción (Otto *et al.*, 2000 b, c; Pereira *et al.*, 2003; Grangeiro *et al.*, 2004; Lima de Oliveira *et al.*, 2006; Feltrin *et al.*, 2008; Reghin y Sá, 2008), la mejora de la calidad final del producto (Feltrin *et al.*, 2006), la protección contra los daños por heladas (Reghin *et al.*, 2002), mayor precocidad del cultivo (Reghin *et al.*, 2002, 2003; Feltrin *et al.*, 2003), mayor conservación de la humedad del suelo (Otto *et al.*, 2000 a), mejora en la sanidad vegetal (Furiatti *et al.*, 2008; Salas *et al.*, 2008; Dalla Pría *et al.*, 2009) y como protección contra plagas (Salas *et al.*, 2008). Se observaron resultados similares en lechuga tanto en las estaciones de otoño e invierno (Tupich *et al.*, 2001) como en verano y primavera (Padilha *et al.*, 2001a, b).

Barros Júnior *et al.*, (2004) evaluaron el rendimiento de lechuga cultivares Tainá y Babá de Verão en túneles bajos cubiertos con mantas térmicas de diferentes densidades (13 g.m<sup>-2</sup>, 40 g.m<sup>-2</sup>) y un testigo sin cobertura. El cultivar Babá de Verão presentó mejor desempeño en altura de plántula, número de hojas y productividad. El túnel bajo con manta de 40 g.m<sup>-2</sup> promovió una mayor altura, diámetro y productividad para los cultivares.

Un estudio realizado en la Universidad Nacional de La Pampa sobre el comportamiento de Espinaca (*Spinacea oleracea* L.) híbrido 424 cultivada bajo dos sistemas de protección: túnel bajo de polietileno y manta térmica, más un testigo sin protección, arrojó diferencias significativas de producción en kg ha<sup>-1</sup> en las situaciones protegidas respecto al testigo: 17.290 (b), 16.780 (b) y 11.350 (a) para túnel bajo de polietileno, manta térmica y testigo respectivamente. Además se logró mayor precocidad en el cultivo con un acortamiento del ciclo en 15 días a favor de los protegidos (Siliquini *et al.*, 2007).

Otto *et al.*, 2010 evaluaron la respuesta productiva de cultivares de lechuga Vera (tipo crespa) 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 las mantas térmicas 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.

En el cinturón hortícola de Río Cuarto la producción de plantines en bandejas de germinación de diferente volumen de celdas ha desplazado al empleo de almácigos o siembra directa en la iniciación de determinados cultivos, siendo la lechuga la principal hortaliza de hoja que se realiza empleando éste método durante todo el año, ya sea en plantineras comerciales o siendo los propios productores locales. A pesar de la implicancia que tiene el volumen de celdas sobre la calidad final del plantín de lechuga y su respuesta productiva posterior, no existe a nivel local una recomendación sobre cuál debería ser el volumen más adecuado a utilizar.

Respecto al uso de manta térmica como medida de protección en el cultivo de lechuga durante la etapa de producción a campo, ha comenzado a difundirse localmente con gran celeridad al constituir una alternativa más económica al uso de invernaderos u otro tipo de estructuras, principalmente durante las épocas de otoño, invierno y primavera cuando es frecuente la ocurrencia de heladas intensas e incluso nevadas, que afectan seriamente la producción. Sin embargo los resultados productivos son erráticos y aún no existen estudios locales que demuestren el impacto que tiene el empleo de ésta tecnología sobre el ambiente de cultivo.

De acuerdo a estas premisas, el objetivo del experimento fue evaluar el rendimiento de un cultivo de lechuga a campo resultante de la interacción entre la calidad de plantines obtenidos en diferentes volumen de celdas y la modificación del ambiente a campo mediante el uso de manta térmica durante un ciclo de cultivo en las condiciones otoño-invernales 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 ambiente de cultivo de lechuga a campo generando una reducción de la radiación fotosintéticamente activa incidente sobre el cultivo y un incremento de la temperatura y humedad relativa del aire.
- 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.

## **OBJETIVO GENERAL**

- El objetivo de este trabajo es evaluar la respuesta productiva de la utilización de diferentes volúmenes de celdas en la calidad de plantines y uso de mantas térmicas en la producción a campo para un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

## **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 fotosintéticamente activa, temperatura del aire y humedad relativa del aire) en el ambiente de un cultivo de lechuga a campo bajo la protección con manta térmica y fuera de la misma.
- Analizar el efecto de interacción entre los diferentes volúmenes de celdas y el uso de manta térmica a campo sobre la producción de biomasa aérea durante el ciclo del cultivo y su rendimiento a cosecha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Campo de Docencia y Experimentación de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado sobre la Ruta Nacional N° 36, Km 601, (33° 07' Latitud Sur, 64° 14' Longitud Oeste, 421 m.s.n.m.), Departamento Río Cuarto, Córdoba (Argentina). El suelo del sitio es de textura franco arenoso, clasificado como Haplustol típico y de actitud agrícola (Cantero Gutiérrez *et al*, 1986).

El Departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba (Argentina) está ubicado en la región caracterizada como llanuras bien drenadas con invierno seco. El clima de la región es templado-subhúmedo con un régimen de precipitaciones monzónico, concentrado en el período primavera-verano, con una precipitación media anual de 801 mm. La temperatura máxima media anual es 23,1 °C; temperatura mínima media anual es 10,2 °C y la temperatura media anual es 16,3 °C. El período libre de heladas en Río Cuarto es de 256 días y se extiende desde mediados de septiembre a mediados de mayo (Adesur, 1999).

Previo a la implantación del cultivo se realizó un análisis de suelo en el sitio de ensayo para determinar las características de las principales variables edáficas. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Contenido de nitrógeno de nitrato, nitrato, humedad, materia orgánica, fósforo y pH de la parcela de ensayo hasta los 20 cm de profundidad. U.N.R.C. Río Cuarto.

<b>Profundidad</b>	<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>H°</b>	<b>MO</b>	<b>P</b>	<b>pH</b>
<b>cm</b>	<b>ppm</b>	<b>Ppm</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>	
0 a 10	14,60	64,68	16,49	1,62	22,70	6,59
10 a 20	14,76	65,39	19,09	1,91	24,50	6,41

### 1. Determinación de las variables que definen la calidad del plantín

El proyecto se llevó a cabo durante la temporada otoño-invierno de 2014. La variedad de lechuga empleada fue tipo mantecosa (*Lactuca sativa* var. *capitata*) cultivar Dolly de la empresa Nickerson Zwaan. La siembra se realizó el 06/05/2014, en forma manual y en bandejas de germinación de diferente volumen de celdas. Se colocaron en cámara de germinación y luego en invernadero durante toda la etapa de producción del plantín con el objetivo de lograr condiciones ambientales uniformes durante la etapa de germinación y crecimiento de los plantines. El sustrato fue a base de turba *Sphagnum* con aditivos de la

marca comercial Kekkilä. Las bandejas permanecieron en el invernadero hasta el trasplante recibiendo riegos diarios en forma manual. No se fertilizó ni se aplicaron productos fitosanitarios.

Los tratamientos a evaluar se correspondieron con las bandejas de germinación de diferente volumen y número de celdas, siendo éstos los siguientes:

- Volumen de 24 cm<sup>3</sup> (24 cm<sup>3</sup>) (128 celdas/bandeja)
- Volumen de 13 cm<sup>3</sup> (13 cm<sup>3</sup>) (200 celdas/bandeja)
- Volumen de 7 cm<sup>3</sup> (7 cm<sup>3</sup>) (288 celdas/bandeja)

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con tres tratamientos y 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) (Fig. 1).

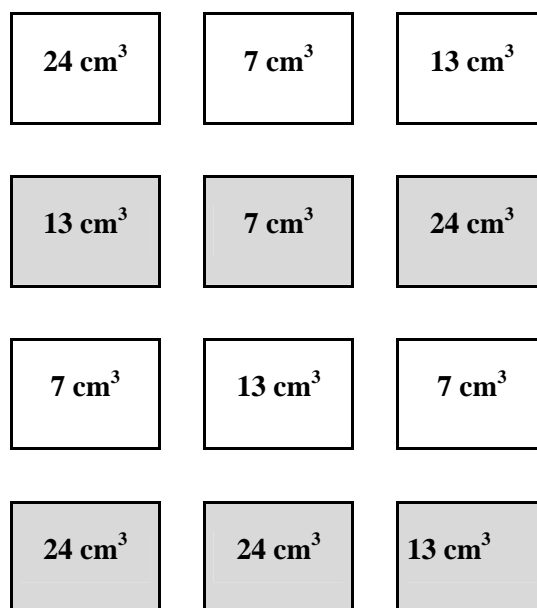


Figura 1: Diseño del experimento completamente aleatorizado. U.N.R.C. Río Cuarto.

Durante la etapa de producción de los plantines se evaluó el número de hojas, longitud de raíces (mm), altura de plántula (mm), peso fresco y seco de la parte aérea (g.), y peso fresco y seco de las raíces (g.). Para realizar las mediciones de las variables morfológicas se extrajeron muestras semanales de 10 plantines de lechuga correspondientes a cada

tratamiento hasta el momento del trasplante a campo, el cual se realizó cuando los plantines alcanzaron de cuatro a seis hojas verdaderas.

Una vez extraídos los plantines, se lavaron sobre un tamiz para eliminar el sustrato adherido a las raíces y se colocaron sobre una escala graduada para determinar la altura del plantín (cm), la cual se midió desde la inserción de las hojas en el cuello de la plántula hasta el extremo apical de las mismas y la longitud de raíces (cm) que se midió desde la inserción de la primera raíz hasta el extremo distal de las mismas. Por otra parte, se determinó en forma visual el número de hojas considerando solo aquellas que se encontraban totalmente desplegadas.

Para la determinación de la biomasa aérea y radicular se cortaron los plantines en la base de inserción de las hojas y se evaluó el peso verde y seco de la parte aérea, y en forma separada el peso verde y seco de las raíces (g.) utilizando una balanza marca Mettler BB240. Para la determinación del peso seco previamente las muestras se llevaron a estufa a 70 °C hasta lograr peso constante.

## **2. Cuantificación de las variables ambientales en el cultivo de lechuga**

La preparación de la parcela de ensayo previo al trasplante se realizó en forma mecánica mediante el uso de una rastra de discos de doble acción y rolo desterronador, posteriormente se niveló manualmente con el uso de azadas. El trasplante se efectuó en forma manual con la ayuda de marcadores en un marco de plantación de 0,35 m entre hileras y 0,25 m entre plantas para los tres volúmenes de celdas, lo cual representó una densidad de 114.286 pl.ha<sup>-1</sup>.

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

- Volumen de 24 cm<sup>3</sup> con manta térmica (24 cm<sup>3</sup> c/mt)
- Volumen de 13 cm<sup>3</sup> con manta térmica (13 cm<sup>3</sup> c/mt)
- Volumen de 7 cm<sup>3</sup> con manta térmica (7 cm<sup>3</sup> c/mt)
- Volumen de 24 cm<sup>3</sup> sin manta térmica (24 cm<sup>3</sup> s/mt)
- Volumen de 13 cm<sup>3</sup> sin manta térmica (13 cm<sup>3</sup> s/mt)
- Volumen de 7 cm<sup>3</sup> sin manta térmica (7 cm<sup>3</sup> s/mt)

Se emplearon rollos de manta térmica de 4 m de ancho, cuya densidad fue de 17 gr.m<sup>-2</sup>, colocada al momento del trasplante a campo. El diseño experimental fue en parcelas divididas siendo las parcelas principales: La cobertura con manta térmica (presencia o ausencia de la misma), mientras que las subparcelas se correspondieron con los volúmenes de celdas: 24 cm<sup>3</sup>, 13 cm<sup>3</sup> y 7 cm<sup>3</sup>. Las parcelas divididas se arreglaron en un diseño de bloques totalmente aleatorizados con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas principales fue de 13,11 m<sup>2</sup>, las subparcelas de 4,37 m<sup>2</sup> se constituyeron con 5 líneas de cultivo y un total de 40 plantas. La unidad de muestreo fue de 1,57 m<sup>2</sup> (Fig. 2).

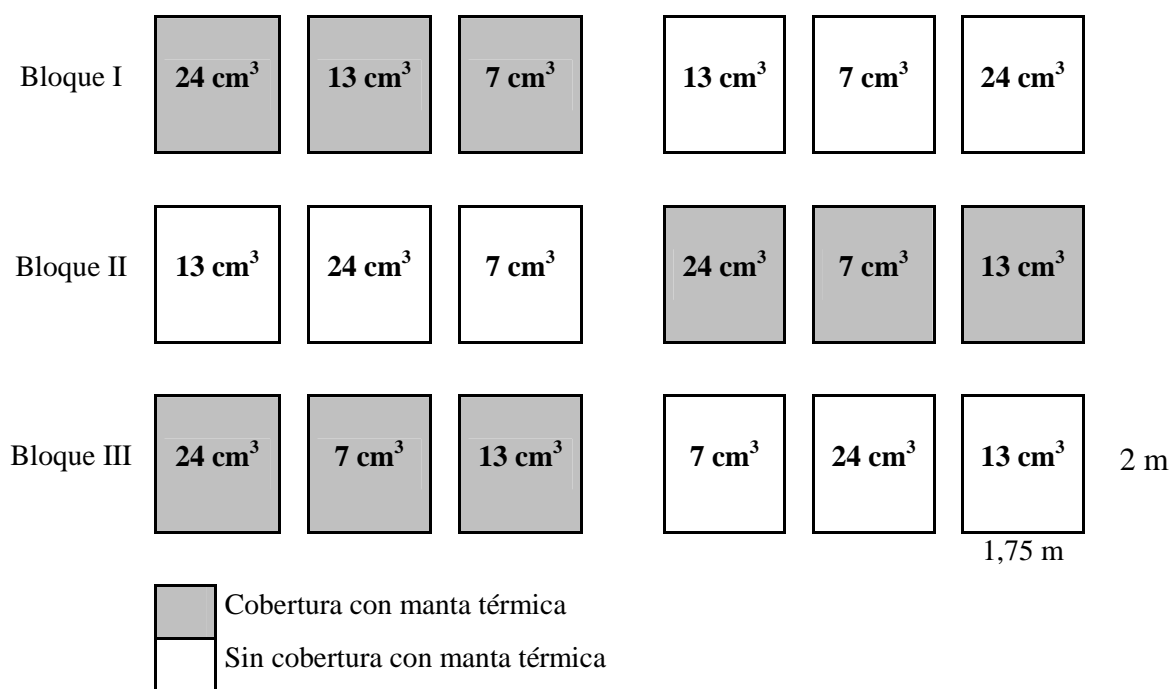


Figura 2: Diseño experimental en parcelas divididas. U.N.R.C. Río Cuarto.

El sistema de riego fue por goteo, constituido por una tubería de Polietileno de Baja Densidad (P.E.B.D.) ubicada en la cabecera de las líneas de plantación en la cual se colocaron cintas de riego por goteo mediante el uso de conectores. Estas fueron dispuestas en cada una de las hileras de plantación con goteros distanciados a 0,10 m. El caudal de los goteros fue de 0,85 L.h<sup>-1</sup>. Se efectuaron riegos con alta frecuencia para establecer una condición sin estrés hídrico durante el ciclo del cultivo.

Para evaluar las modificaciones que generó la utilización de la manta térmica se efectuaron mediciones de radiación fotosintéticamente activa, temperatura del aire y humedad relativa del aire durante el ciclo del cultivo en el ambiente protegido por la manta térmica y al aire libre.



## 2.1 Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA)

Se determinó la fracción de la RFA interceptada por la manta térmica. Para ello, se utilizó una barra de radiación BAR-RAD 100 con sensores LICOR colocada en forma paralela a las líneas de plantación, y las mediciones se efectuaron de la siguiente manera: En los tratamientos bajo la cobertura con manta térmica se midió la RFA por encima de la manta, por debajo de ésta y encima del canopeo del cultivo. Para los tratamientos al aire libre (sin cobertura con manta térmica) las mediciones se efectuaron por encima del canopeo del cultivo. En todas las situaciones se realizaron tres repeticiones.

Las observaciones se efectuaron durante el ciclo del cultivo con una frecuencia semanal, sólo bajo condiciones de cielo despejado y durante las horas próximas al mediodía solar, lo que permitió homogeneizar las mediciones (De la Casa *et al.*, 2007). La trasmisividad de la RFA debajo de la manta térmica se determinó mediante la ecuación 2:

Ecuación 2:

$$TRFAmt = \left( \frac{RFAo}{RFA1} \right) \times 100$$

Donde:

TRFAmt: Trasmisividad de la RFA debajo de la manta térmica (%).

RFAo: RFA bajo la manta térmica ( $\text{MJ}^{-1} \text{m}^{-2} \text{día}^{-1}$ ).

RFA1: RFA sobre la manta térmica ( $\text{MJ}^{-1} \text{m}^{-2} \text{día}^{-1}$ ).

## 2.2 Temperatura del aire

La temperatura del aire se midió utilizando un equipo Data Loggers de 16 canales que registró los valores de temperatura cada 60 minutos. Los sensores se colocaron desde el momento de trasplante hasta la cosecha sobre un soporte plástico a una altura de 0,15 m sobre el suelo y entre las líneas de cultivo. Se efectuaron mediciones en el ambiente protegido con manta térmica y fuera de la misma con tres repeticiones.

## 2.3 Humedad relativa del aire

La humedad relativa del aire se midió utilizando un termo-higro anemómetro digital marca Skywatch (Atmos) en forma manual con tres repeticiones, colocando el instrumento a 0,15 m sobre la superficie del suelo, entre las líneas de cultivo y realizando una lectura

directa del mismo. La frecuencia de mediciones fue semanal desde el momento de trasplante hasta la cosecha del cultivo en las horas próximas al mediodía solar.

### **3. Interacción de los volúmenes de celdas y manta térmica sobre la evolución de la biomasa aérea y rendimiento del cultivo**

Para determinar la evolución de la producción de biomasa en peso fresco individual de la parte aérea durante el ciclo del cultivo se recolectaron 12 plantas de cada tratamiento en forma manual, mediante muestreos semanales, cortándose las mismas a nivel del suelo con un elemento filoso sin extraer raíces. El momento de la cosecha del cultivo estuvo determinado por la calidad establecida por el mercado local respecto a la variedad en estudio, siendo estos cuando se logró alcanzar un diámetro de planta de 25 a 30 cm. Todos los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante el programa Infostat (Di Rienzo, 2011). En anexo se muestran imágenes ilustrativas del ensayo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Determinación de las variables que definen la calidad del plantín

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

Los plantines obtenidos en celdas de mayor volumen presentaron una mayor tasa de crecimiento, mayor biomasa aérea y radicular, alcanzando antes el tamaño adecuado para el trasplante. Estos resultados logrados coinciden con los obtenidos por otros autores en diferentes cultivos hortícolas, Weston y Zandstra (1986) en tomate, Alamo *et al.*, (2006), Juri *et al.*, (2009) en lechuga, Silva Escalante *et al.*, (2007) en radicchio. A continuación se muestra el efecto del volumen de celdas sobre cada una de las variables que definieron la calidad del plantín.

#### 1.1 N° de hojas

El volumen de las celdas impactó significativamente sobre el número de hojas, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. A los 49 dds se alcanzó el número de hojas recomendado para el trasplante, siendo este valor entre 4 y 6 hojas (Pimpini *et al.*, 2002). (Tabla 2).

Tabla 2: Número de hojas promedio al momento del trasplante obtenidas para los diferentes volúmenes de celdas. U.N.R.C. Río Cuarto.

Volumen de celdas	N° de hojas
	49 dds
24 cm <sup>3</sup>	5,50 a
13 cm <sup>3</sup>	4,90 b
7 cm <sup>3</sup>	4,00 c
r <sup>2</sup>	0,68
c.v.	9,32
p value	<0,0001

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

Al comparar las diferentes bandejas de germinación se observó una clara respuesta con diferencias estadísticas significativas en el desarrollo foliar de los plantines a favor de aquellas con celdas de mayor volumen de sustrato disponible, este aumento en la disponibilidad de recursos y espacio físico para la exploración de las raíces produjo una respuesta positiva en la producción de hojas, lográndose alcanzar un mayor número y en menor tiempo en las bandejas con celdas de 24 cm<sup>3</sup>, seguidos por los obtenidos en 13 cm<sup>3</sup> y 7 cm<sup>3</sup>. Los resultados coinciden con los obtenidos en lechuga por Machado *et al.*, (2008) que evaluaron los mismos volúmenes en Brasil.

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 la bandeja, 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 (Leskovar, 2001).

La tasa de aparición de hojas respondió positivamente al aumento del volumen de celdas. En la figura 3 se muestra la evolución del número de hojas de los plantines desde los 15 dds hasta el momento del trasplante

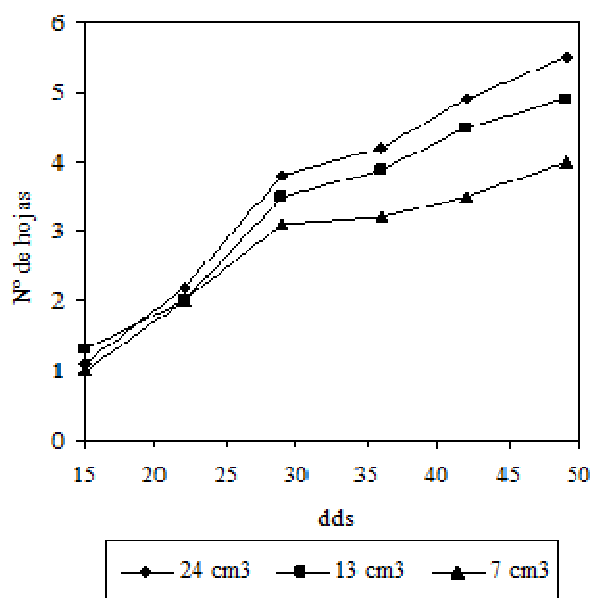


Figura 3: Evolución del número de hojas de los plantines hasta el momento de trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.

Por otra parte, al momento del trasplante se observaron indicios de envejecimiento en las hojas basales de algunos plantines obtenidos en las celdas de 7 cm<sup>3</sup>, lo que se manifestó a través de un amarillamiento y necrosado de las mismas. Esto indicaría que ante cualquier causa externa que retrase o impida ejecutar a tiempo la operación de trasplante, los plantines producidos en celdas de reducido volumen están expuestos a un mayor riesgo de envejecimiento, una mayor probabilidad de ocurrencia de enfermedades fúngicas que ataquen las hojas inferiores y determinen la pérdida total del plantín.

## 1.2 Altura de plantines

La altura de los plantines respondió significativamente a la variación en el volumen de las celdas. Se lograron plantines de mayor altura a medida que se incrementó el volumen encontrándose diferencias estadísticamente significativas. Los plantines desarrollados en celdas de 24 cm<sup>3</sup> superaron en altura a los tratamientos de 13 cm<sup>3</sup> y 7 cm<sup>3</sup> por diferencias de 0,99 cm y 3,29 cm respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3: Altura de plantines promedio al momento del trasplante obtenidas para diferentes volúmenes de celdas. U.N.R.C. Río Cuarto.

Volumen de celdas	Altura de plantines (cm)
	49 dds
24 cm <sup>3</sup>	7,65 a
13 cm <sup>3</sup>	6,66 b
7 cm <sup>3</sup>	4,36 c
r <sup>2</sup>	0,68
c.v.	16,07
p value	<0,0001

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

Los resultados que se obtuvieron confirman las afirmaciones de diversos autores, que manifiestan que un mayor volumen de celdas aumenta el crecimiento del área foliar de los plantines (Leskovar *et al.*, 1990; Menezes Junior *et al.*, 2000) y que una mayor disponibilidad de agua y nutrientes conlleva a un mayor crecimiento de la parte aérea de los mismos (Vavrina, 2004).

En la figura 4 se muestra la evolución de la altura de los plantines desde los 15 dds hasta el momento del trasplante.

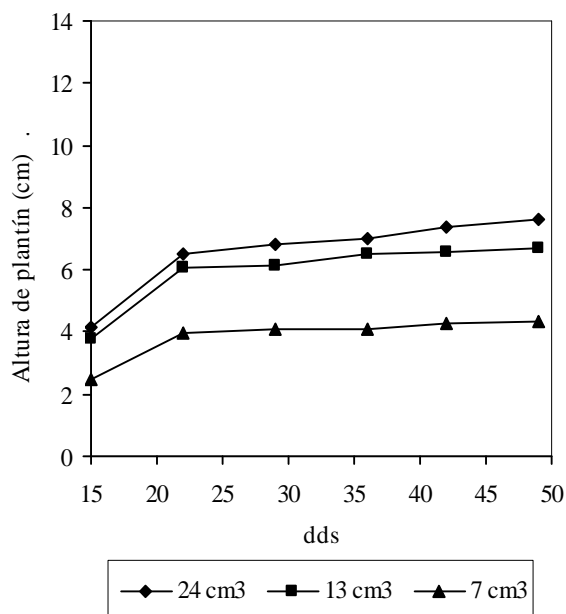


Figura 4: Evolución de la altura de los plantines hasta el momento de trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.

En experiencias en lechuga, Machado *et al.*, (2008) obtuvieron respuestas en altura de plantines muy semejantes para los mismos volúmenes de celdas evaluados a los 34 dds. De igual modo, los resultados coinciden con los logrados por Moraes Echer *et al.*, (2007), que midieron altura de plantines de remolacha para celdas de 24 cm<sup>3</sup> y 13 cm<sup>3</sup>, encontrando diferencias significativas en favor de las de mayor volumen.

### 1.3 Longitud de raíces

La respuesta de la longitud de raíces de los plantines determinó que un menor volumen de celdas impactó en forma negativa, restringiendo el crecimiento de las mismas, siendo este efecto de mayor magnitud en las celdas de 7 cm<sup>3</sup>. (Tabla 4).

La reducción del volumen de celdas implicó una reducción de la capacidad para el almacenamiento de agua y nutrientes disponibles, además la celda en sí misma constituyó una barrera física limitando la exploración de las raíces. En este sentido, y en concordancia con lo manifestado por Leskovar, (2001), pudo observarse que a medida que los plantines permanecieron más tiempo en las celdas, las raíces comenzaron a crecer en forma horizontal, llegando a manifestarse una importante acumulación de las mismas en la parte inferior de las

celdas, siendo esto con mayor intensidad en los plantines que crecieron en celdas de 7 cm<sup>3</sup>. (Anexo. Imágenes 17 y 18)

Tabla 4: Longitud de raíces promedio al momento del trasplante obtenidas para diferentes volúmenes de celdas. U.N.R.C. Río Cuarto.

Volumen de celdas	Longitud de raíces (cm)
	49 dds
24 cm <sup>3</sup>	10,15 a
13 cm <sup>3</sup>	9,93 a
7 cm <sup>3</sup>	7,99 b
<b>r<sup>2</sup></b>	0,23
<b>c.v.</b>	19,96
<b>p value</b>	0,0290

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

Los datos observados sobre longitud de raíces coinciden con lo expresado por Leskovar *et al.*, (1990), Nesmith y Duval, (1998), Menezes Junior *et al.*, (2000) donde un menor volumen de sustrato disponible sumado a un mayor tiempo de permanencia de los plantines en las bandejas aumentó considerablemente las probabilidades de restricción del crecimiento radicular, siendo ésta variable significativamente determinante de la calidad final del plantín. En la figura 5 se muestra la evolución en el crecimiento de las raíces de los plantines para cada volumen de celda hasta el momento de trasplante a campo.

Un menor desarrollo del sistema radicular puede tener inferencia al momento del trasplante, ya que esta operación implica un estrés para los plantines, y si a ello se suman condiciones ambientales desfavorables como elevada temperatura, escasa humedad ambiental y/o viento, aquellos plantines que posean un mejor desarrollo de su sistema radicular podrán sobrellevar de manera más adecuada la etapa de implantación, lográndose un mayor stand de plantas.

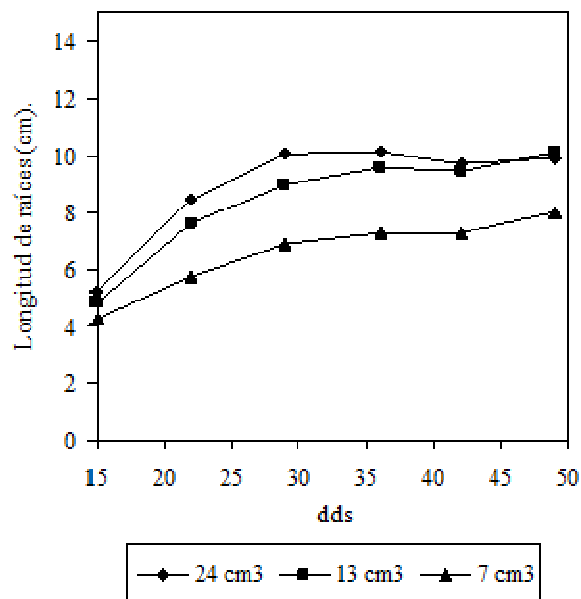


Figura 5: Evolución del crecimiento de las raíces de los plantines hasta el momento de trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.

#### 1.4 Biomasa de los plantines

El mayor peso al trasplante se logró en las celdas de 24 cm<sup>3</sup>, un crecimiento intermedio mostraron aquellos producidos en celdas de 13 cm<sup>3</sup>, y el peor desempeño se produjo en las celdas de 7 cm<sup>3</sup> con menor peso verde y seco de la parte aérea, radicular y total de los plantines. La diferencia entre las celdas de mayor volumen y las intermedias no fue significativa estadísticamente al observar el peso fresco y seco tanto de raíces como total de los plantines.

El aumento de las restricciones en celdas de menor volumen evidentemente tuvo no solo una implicancia significativa sobre el crecimiento de las raíces sino también repercutió en el crecimiento de la parte aérea de los plantines. Esto afirma la hipótesis planteada inicialmente, y las aseveraciones que manifiestan como un pequeño espacio disponible dificulta el normal suministro de recursos para garantizar un óptimo crecimiento y desarrollo del plantín (Nesmith y Duval, 1998; Menezes Junior *et al.*, 2000).

En las tablas 5 y 6 se muestran los valores promedios obtenidos al momento del trasplante en peso fresco y seco de la parte aérea, raíces y total de los plantines para los diferentes volúmenes de celdas utilizadas.



Tabla 5: Peso fresco promedio de la parte aérea, raíces y total de los plantines al momento del trasplante obtenidos para los diferentes volúmenes de celdas. U.N.R.C. Río Cuarto

Volumen de celdas	Peso fresco parte aérea (g.)	Peso fresco raíces (g.)	Peso fresco total (g.)
	49 dds	49 dds	49 dds
24 cm <sup>3</sup>	1,16 a	0,41 a	1,58 a
13 cm <sup>3</sup>	0,85 b	0,43 a	1,28 a
7 cm <sup>3</sup>	0,33 c	0,19 b	0,52 b
r <sup>2</sup>	0,62	0,47	0,61
c.v.	36,86	35,24	33,46
p value	<0,0001	0,0002	<0,0001

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

Tabla 6: Peso seco promedio de la parte aérea, raíces y total de los plantines al momento del trasplante obtenidos para los diferentes volúmenes de celdas. U.N.R.C. Río Cuarto.

Volumen de celdas	Peso seco parte aérea (g.)	Peso seco raíces (g.)	Peso seco total (g.)
	49 dds	49 dds	49 dds
24 cm <sup>3</sup>	0,16 a	0,05 a	0,21 a
13 cm <sup>3</sup>	0,12 b	0,05 a	0,17 a
7 cm <sup>3</sup>	0,05 c	0,03 b	0,08 b
r <sup>2</sup>	0,54	0,43	0,54
c.v.	39,22	34,66	34,52
p value	<0,0001	0,0005	<0,0001

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

Los mismos volúmenes de celdas fueron evaluados en lechuga por Machado *et al*, (2008) logrando resultados en peso de plantines muy similares. Los análisis comparativos de las curvas de crecimiento en peso fresco y seco de los plantines demostraron que el incremento progresivo de la biomasa total en el tiempo siempre fue superior a medida que se incrementó el volumen de las celdas. (Figuras 6 y 7).

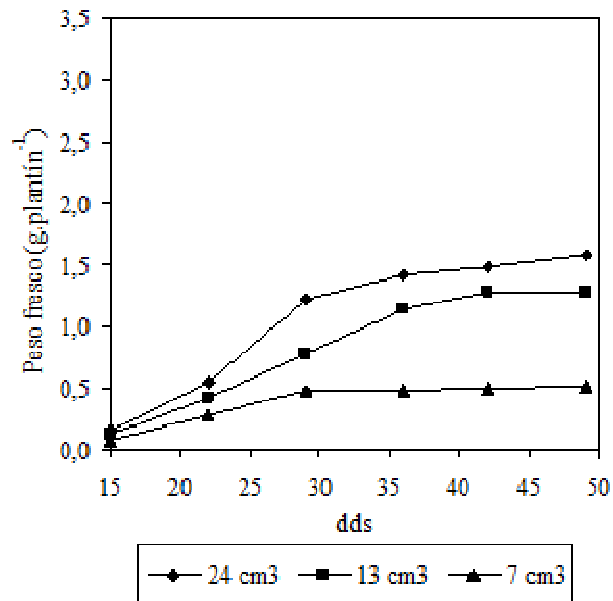


Figura 6: Evolución del peso fresco de los plantines hasta el momento de trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.

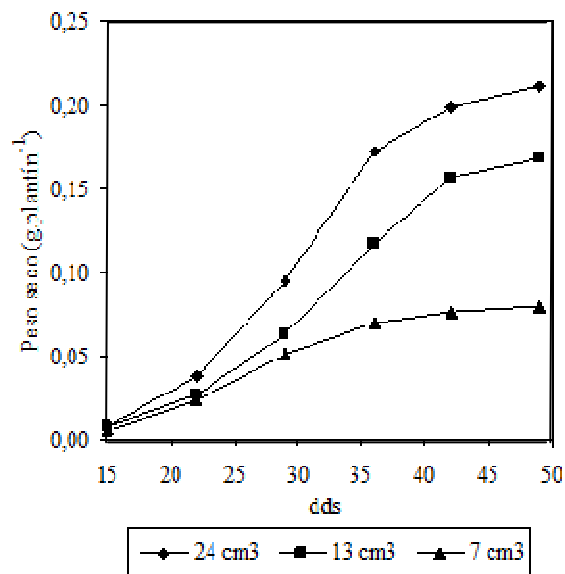


Figura 7: Evolución del peso seco de los plantines hasta el momento de trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.

Esta época de producción del cinturón local se caracteriza por la presencia de lechuga como el principal cultivo de hoja, disponer de un plantín de calidad al momento del trasplante, con mayor desarrollo aéreo y de raíces como los obtenidos en las celdas de 24 cm<sup>3</sup>, aumentará las probabilidades de éxito, logrando una rápida implantación al sobrellevar

de la mejor manera el estrés de trasplante, y reduciendo el tiempo de exposición de las plántula a heladas, viento, y ataques de plagas primarias y secundarias, como liebres y palomas, éstas últimas muy frecuentes en invierno cuando los alimentos son escasos, ocasionando una gran pérdida de plantines.

## **2. Cuantificación de las variables ambientales en el cultivo de lechuga**

La utilización de la manta térmica como medida de protección del cultivo de lechuga a campo produjo modificaciones en las principales variables ambientales involucradas en el crecimiento del cultivo. La temperatura y humedad relativa del aire se incrementaron bajo la cobertura de la manta térmica, mientras que la RFA incidente sobre el cultivo disminuyó.

### **2.1 Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA)**

Las mediciones de trasmisividad efectuadas por debajo de la manta desde trasplante a cosecha mostraron un valor promedio de 68,5%, con variaciones a lo largo del ciclo del cultivo. Algunos autores obtuvieron mediciones semejantes a las de este ensayo para la misma densidad de manta térmica. Reghin y Sá, (2008) en cultivo de achicoria obtuvieron valores de 73,9% en Ponta Grossa (Brasil), por su parte, Suarez-Rey *et al.*, (2009) en un cultivo de ajo bajo cubierta observaron valores promedios de 65% en Andalucía (España).

A pesar de la reducción en la RFA que ocasiona el uso de esta cobertura, está demostrado que una de las ventajas más importantes es el aumento de los rendimientos en los cultivos (Otto *et al.*, 2000 b, c, 2010; Pereira *et al.*, 2003; Feltrin *et al.*, 2008; Reghin y Sá, 2008;. Salas *et al.*, 2008). En experiencias similares en cultivo de lechuga, Lima de Oliveira *et al.*, (2006) utilizando manta térmica en forma de túnel lograron aumentar los rendimientos en diferentes cultivares a pesar de la reducción de la RFA que ejerció la cobertura. De igual forma, Grangeiro *et al.*, (2004) aumentaron la producción de rúcula en un 81,2% bajo manta.

Considerando que la reducción de la RFA incidente sobre el cultivo podría constituir una posible desventaja de la manta térmica al afectar la actividad fotosintética y la capacidad de síntesis de compuestos orgánicos, se demostrará en el inciso 3.2, que el impacto que tuvo la manta sobre la producción de biomasa aérea y el rendimiento final fue positivo, por lo tanto, la magnitud de la reducción de RFA no constituyó una limitante significativa para el normal desarrollo de la lechuga en las condiciones otoño-invernales de Río Cuarto.

## 2.2 Temperatura del aire

La temperatura del aire se incrementó en el ambiente protegido con manta térmica durante todo el ciclo del cultivo. Este aumento de la temperatura se debe principalmente al efecto invernadero de la cobertura y la reducción del viento que disminuye el transporte turbulento (Mermier *et al.*, 1995; Fitzgerald y Stiltz, 2005).

Los resultados de las mediciones demostraron que existió un comportamiento diferencial cuando se contrastaron los valores de temperatura mínima y máxima diaria alcanzados debajo de la manta térmica respecto al aire libre. En el momento que ocurría la temperatura máxima diaria, el incremento debajo de la manta fue más significativo comparativamente con el incremento producido durante el momento en que ocurría la temperatura mínima (Tabla 7).

Tabla 7: Incrementos promedios de temperatura mínima, media y máxima del aire en el ambiente protegido con la manta térmica respecto a la temperatura del aire libre durante el ciclo de producción otoño-invernal del cultivo de lechuga. U.N.R.C. Río Cuarto.

<b>Temp mín media °C</b>	<b>Temp máx media °C</b>	<b>Temp media °C</b>
1,1	3,2	2,1

Este incremento diferencial ya fue demostrado por Nelson y Young, (1986) donde obtuvieron en promedio aumentos de 1,51 °C en temperatura mínima y 4,3 °C en temperatura máxima debajo de la manta. Abbas (1986) midió en cultivo de lechuga protegido con manta térmica incrementos promedios en temperatura mínima, máxima y media de 0,6; 2 y 1,3 °C respectivamente. Por su parte, Iapichino *et al.*, (2010) en el mismo cultivo lograron incrementos promedios de 1,5 °C en temperatura mínima y 5 °C en máxima.

El aumento de la temperatura del aire acelera los procesos biológicos en la planta determinando una mayor precocidad en el cultivo (Reghin *et al.*, 2002, 2003; Feltrim *et al.*, 2003, 2006) reduciendo el tiempo a cosecha y permitiendo un mayor número de ciclos en el año. La figura 8 muestra la evolución de las temperaturas máximas y mínimas en el ambiente bajo la manta térmica y del aire libre desde el trasplante hasta la cosecha del cultivo.

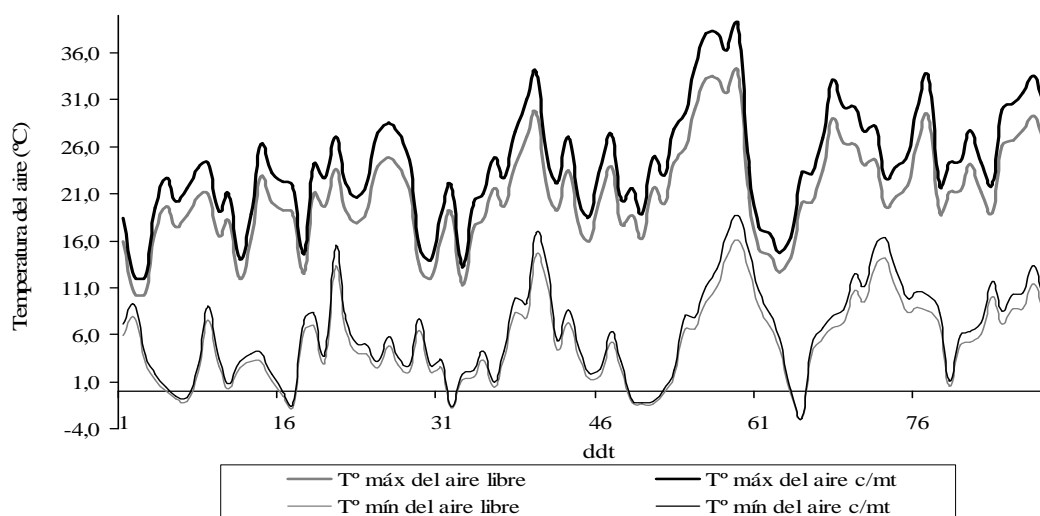


Figura 8: Evolución de las temperaturas máximas y mínimas en el ambiente bajo la manta térmica (c/mt) y del aire libre durante el ciclo del cultivo. U.N.R.C. Río Cuarto.

### 2.3 Humedad relativa del aire

El análisis de la humedad relativa del aire demostró que los valores debajo de la manta fueron superiores respecto a la humedad del aire exterior, en promedio los incrementos fueron de un 8,5 %, con valores mínimos de 5,8% y máximos que alcanzaron hasta 15,7%.

Por otro lado, coincidiendo con lo manifestado por Mermier *et al*, (1995); Fitzgerald y Stiltz, (2005), se observó una reducción importante de la incidencia del viento en el ambiente protegido por la manta térmica, esto contribuye a mantener un ambiente más húmedo.

Por otra parte, se observó en situaciones de muy baja temperatura que la ocurrencia de una helada bajo la cobertura de la manta fue inevitable. A pesar de ello, el proceso de descongelamiento de las plantas de lechuga ocurrió con mayor lentitud en comparación con las plantas que crecieron al aire libre, ya que se encuentran menos expuestas a la radiación solar, en un ambiente con mayor humedad relativa del aire y ausencia de viento debido a la cobertura. Este descongelamiento más lento, en heladas moderadas permitiría a la planta recuperarse del proceso de deshidratación que genera el fenómeno y minimizar sus efectos adversos sobre la calidad del cultivo.

## 2.4 Aportes de agua desde trasplante a cosecha

La lámina total de agua aportada fue de 312 mm, siendo las precipitaciones de 48 mm, y el aporte mediante riego por goteo de 264 mm en 14 aplicaciones. Se trasplantó el cultivo con un contenido inicial de humedad a capacidad de campo. Si bien el consumo de agua depende principalmente de la época del año, variedad y prácticas de manejo, el aporte hídrico realizado fue suficiente e incluso supero en gran medida los valores recomendados para este cultivo. Según Rincón Sánchez y Sáez, (1997); Rincón Sánchez, (2001) para lechugas tipo *capitata* el consumo promedio es de 160 mm (Fig. 9).

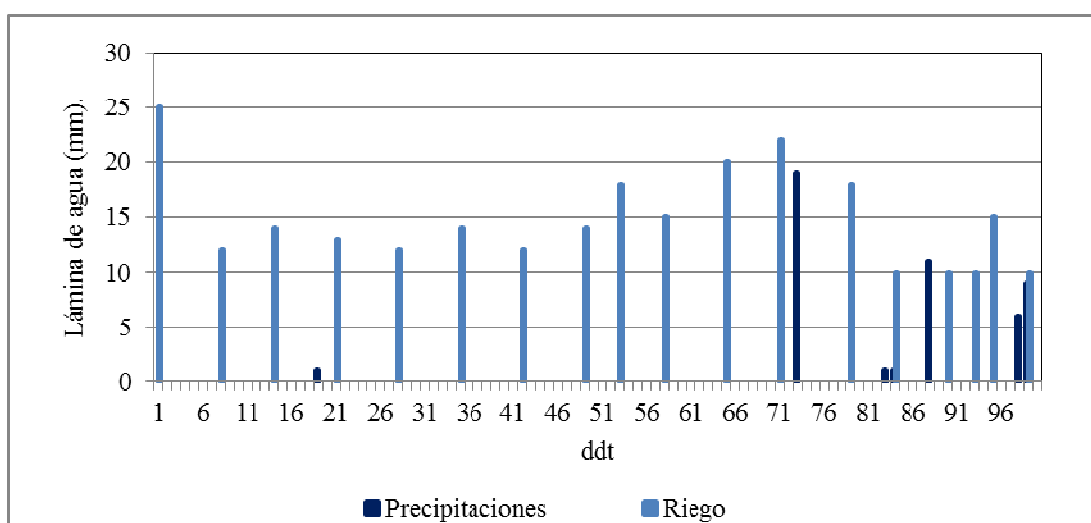


Figura 9: Aportes de agua en el ciclo del cultivo. U.N.R.C. Río Cuarto.

## 3. Interacción de los volúmenes de celdas y manta térmica sobre la evolución de la biomasa aérea y rendimiento del cultivo

### 3.1 Evolución de la biomasa aérea durante el ciclo del cultivo

Las tendencias de los resultados revelaron claramente la importancia de disponer al momento del trasplante de un plantín de calidad con una adecuada biomasa de parte aérea y raíces, como los obtenidos en celdas de 24 cm<sup>3</sup>, estos respondieron más rápidamente en la etapa de implantación, con una mayor tasa de crecimiento que se sostuvo durante todo el ciclo del cultivo. Estos resultados afirman lo expuesto por Leskovar *et al.*, (1990), que mencionan como el delicado equilibrio existente entre parte aérea y raíces de los plantines

puede alterarse cuando el sistema de raíces se restringe a un pequeño volumen de celda, y tener a largo plazo, efectos en la tasa de crecimiento del cultivo. (Anexo. Imagen 19)

Por otra parte, en los tratamientos que se utilizó manta térmica se mejoró notablemente el crecimiento de los plantines desde el inicio del cultivo, éste efecto se evidenció tanto al comparar plantines provenientes de un mismo volumen de celdas como entre diferentes volúmenes. Las celdas de 24 cm<sup>3</sup> superaron ampliamente al resto de los tratamientos e incluso, en la condición sin protección, logró superar a la de 7 cm<sup>3</sup> bajo la cobertura con manta.

En la figura 10 se muestran para cada tratamiento las curvas de crecimiento en biomasa aérea fresca del cultivo desde trasplante a cosecha.

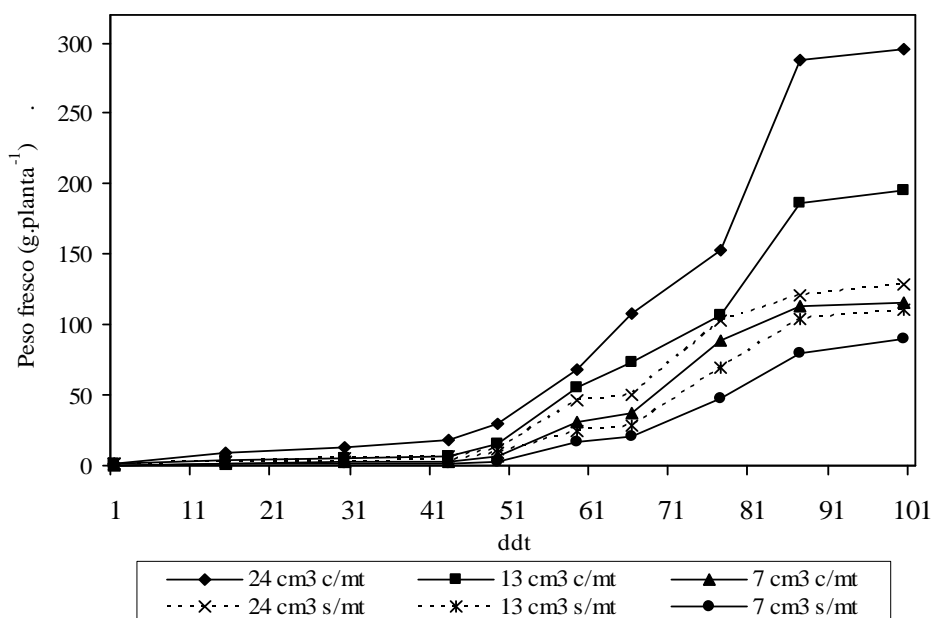


Figura 10: Crecimiento en biomasa aérea fresca (g.planta<sup>-1</sup>) del cultivo de lechuga para cada tratamiento. U.N.R.C. Río Cuarto.

### 3.2 Rendimiento

La cosecha del cultivo se efectuó a los 100 ddt, realizándose en forma total cuando se logró un diámetro de planta adecuado para su comercialización en fresco. Los resultados demostraron que existió un efecto de la calidad de los plantines, la utilización de manta térmica y una interacción entre ambos factores sobre el rendimiento final marcando diferencias estadísticas significativas. En este sentido, la interacción volumen y manta térmica, mostraron el mejor desempeño productivo cuando se inició el cultivo con plantines provenientes de celdas de 24 cm<sup>3</sup> en combinación con la manta térmica, logrando valores superiores al resto de los tratamientos. (Tabla 8). (Anexo. Imágenes 20, 21 y 22)

Al analizar el volumen de celdas se observó un efecto positivo a favor de los mayores volúmenes en coincidencia con Leskovar *et al.*, (1990). Cuando se inicia el cultivo con un plantín de buena calidad se obtiene mayor precocidad y rendimiento en peso fresco a cosecha, sin embargo la incorporación de la manta térmica, permitió incrementar aún más los rendimientos del cultivo.

Tabla 8: Rendimiento promedio en peso fresco y seco ( $t\ ha^{-1}$ ) para los diferentes tratamientos. U.N.R.C. Río Cuarto.

Tratamientos	Rendimiento	Rendimiento
	Peso fresco ( $t\ ha^{-1}$ )	Peso Seco ( $t\ ha^{-1}$ )
<b>24 cm<sup>3</sup> c/mt</b>	33,8 a	2,10 a
<b>13 cm<sup>3</sup> c/mt</b>	22,3 b	1,47 c
<b>7 cm<sup>3</sup> c/mt</b>	13,2 cd	0,81 d
<b>24 cm<sup>3</sup> s/mt</b>	14,7 c	2,21 a
<b>13 cm<sup>3</sup> s/mt</b>	12,5 d	1,89 b
<b>7 cm<sup>3</sup> s/mt</b>	10,2 e	1,53 c
<b>r<sup>2</sup></b>	0,90	0,72
<b>c.v.</b>	16,64	18,96
<b>p value</b>	<0,0001	0,0005

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

El efecto invernadero que genero la manta térmica, aumentando la temperatura y humedad del aire, aceleraron el ciclo biológico del cultivo permitiendo un adelantamiento en la cosecha y con excelente calidad de producto, a pesar de la implicancia que posee el uso de la manta sobre la reducción en la RFA incidente. Las plantas de lechuga que crecieron al aire libre presentaron una menor expansión foliar como resultado de la exposición a la radiación solar directa y el efecto del viento, coincidiendo con lo expuesto por Rocha (2000), estas plantas se encontraban más lignificadas y en ocasiones con daños en las hojas, afectando su calidad comercial.

En relación a la presencia de daños, se observaron en plantas creciendo al aire libre daños por ataque de palomas, plagas comunes en Río Cuarto que se alimentan de las hojas de lechuga en las épocas de otoño-invierno, cuando la oferta de alimento es reducida, estos



ataques producen reducción del área foliar, retrasando el crecimiento normal del cultivo. Las plantas protegidas con manta térmica no presentaron estos daños.

Los rendimientos bajo manta térmica logrados en el ensayo fueron similares a los obtenidos por Otto *et al.*,(2010) quienes utilizaron la misma densidad de material ( $17 \text{ g.m}^{-2}$ ), con rendimientos en peso fresco a cosecha de  $41,15 \text{ t ha}^{-1}$  bajo manta y  $28,56 \text{ t ha}^{-1}$  al aire libre. Los resultados permitieron afirmar las aseveraciones de otros autores que encontraron respuestas positivas en el mismo cultivo (Barros Júnior *et al.*, 2004; Lima de Oliveira *et al.*, 2006). A continuación se muestra el rendimiento promedio en peso fresco (Fig. 11) y peso seco (Fig. 12) obtenido a la cosecha del cultivo para cada tratamiento.

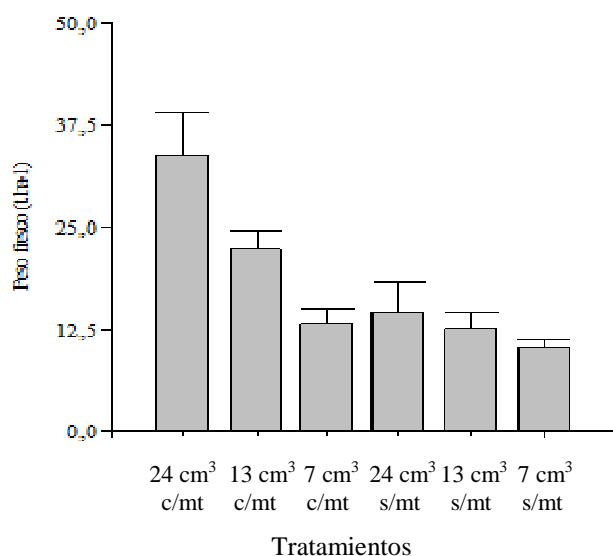


Figura 11: Rendimiento en peso fresco ( $\text{t ha}^{-1}$ ) obtenido en cada tratamiento a la cosecha del cultivo. U.N.R.C. Río Cuarto.

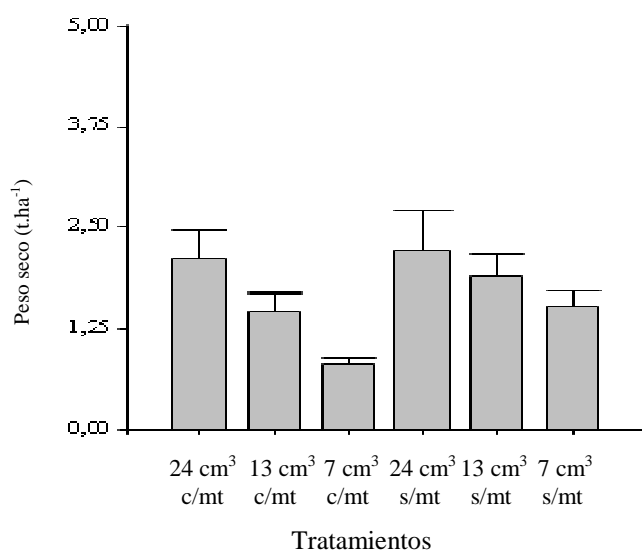


Figura 12: Rendimiento en peso seco ( $\text{t ha}^{-1}$ ) obtenido en cada tratamiento a la cosecha del cultivo. U.N.R.C. Río Cuarto.

El análisis del peso seco a cosecha presentó diferencias de menor magnitud entre los tratamientos, manifestando una menor producción de materia seca en las plantas protegidas con manta. Esto se debe al menor contenido de agua y la mayor cantidad de fibra que posee el cultivo creciendo al aire libre, ya que las modificaciones que se producen de las variables ambientales debajo de la cobertura con manta estimulan un aumento del crecimiento foliar, con mayor contenido de agua y menor rusticidad (Rocha, 2000). Este efecto producido sobre el cultivo es beneficioso, ya que permite obtener un mayor volumen de producto cosechable y de muy buena calidad culinaria.

## CONCLUSIONES

- El volumen de celda se relaciona positivamente con la calidad del plantín. Al aumentar el volumen se logró obtener plantines de mayor número de hojas, altura y peso de la parte aérea, teniendo estos además mayor precocidad, habiendo llegado antes al momento indicado para el trasplante. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas respecto a longitud, peso de raíces y peso total al comparar celdas de 24 y 13 cm<sup>3</sup>.
- El comportamiento de las variables ambientales fue modificado por la utilización de mantas térmicas, produciendo una reducción de la transmisividad de la RFA y un incremento tanto de la humedad relativa como de la temperatura del aire, observándose un efecto de mayor magnitud sobre la temperatura máxima diaria.
- La interacción entre el mayor volumen de celda y la utilización de manta térmica permitió maximizar la tasa de crecimiento a lo largo del ciclo, obteniéndose el máximo rendimiento en peso fresco del cultivo.
- Para la producción a campo de lechuga mantecosa durante la época otoño-invernal en el cinturón verde de Río Cuarto, se recomienda la utilización de plantines provenientes de bandejas de germinación con celdas de 24 cm<sup>3</sup> y la cobertura del cultivo con mantas térmicas para aumentar los rendimientos a cosecha con una adecuada calidad de producto.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABBES, A. 1986. The effect of floating row covers on tomato and romaine lettuce. Thesis Master of Science. Oregon State University. En: <https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/handle/1957/25549>. Consultado: 29-07-2015.
- ADESUR. 1999. Asociación interinstitucional para el sur de Córdoba. Plan director. Secretaría técnica de Adesur. Universidad Nacional de Río Cuarto. Pág. 99. Córdoba. Argentina.
- ADROVER, M.; MIRALLES, P.; FARRÚS, E.; LLADÓ, G. y J. VADELL. 2001. Aprovechamiento del agua de riego mediante el uso de distintos tipos de acolchado. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. V Jornadas Técnicas. Mallorca, España. En: <http://www.agroecología.net/congresos/mallorca>. Consultado: 15-02-2015.
- ALAMO, F.; A. DI COLANTONIO; C. DIAZ; A. GONZÁLES; C. MARINO; D. VIZCARRA y S. M. SALAZAR. 2006. Efecto del tamaño del contenedor sobre el crecimiento y calidad de los plantines de lechuga (*Lactuca sativa L.*). XXIX Congreso Argentino de Horticultura. Libro de Resúmenes. Catamarca, Argentina. Pág. 29.
- BARROS JÚNIOR, A. P.; GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E. y D. C. MEDEIROS. 2004. Cultivo da alface em túneis baixos de agrotêxtil. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.4, p. 801-803.
- BAR-TAL, A.; S. FEIGGIN; S. SEHINFELD; R. ROSENBERG; B. STEMBAUM; I. RYLSKI y E. PRESSMAN. 1995. Root restriction and N- $\text{NO}_3$  solution concentration effects on nutrient uptake, transpiration and dry matter production of tomato. ScientiaHort. 63:195-208.
- 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.
- BIESIADA, A. 2008. Effect of flat covers and plant density on yielding and quality of kohlrabi. J. Elementol., 13(2): 167-173.
- CANTERO GUTIERREZ, A.; BRICCHI, E.M.; BECERRA, V.H.; CISNERO, J.M. y H.A. GIL. 1986. Zonificación y descripción de las tierras del departamento de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Pág. 78.
- CANTLIFFE, D.J. 1993 Pre and postharvest practices for improved vegetable transplant quality. Hort Technology 3:415-417.
- CANTLIFFE, D.J. y S. NICOLA. 1996: Increasing cell size and reducing medium compression enhance lettuce transplant quality and field production.
- CARMI, A. y B. HEUER. 1981. The role of roots control of bean shoot growth. Ann. Bot. 48:519-527.

- DALLA PRIA, M.; REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE y J. VAN DER. 2009. Ocorrência de doenças em “pak choi” em cultivos com cobertura do solo e da planta com polipropileno. *Scientia Agraria*, v.10, p.337-341.
- DE LA CASA, A., G. OVANDO, L. BRESSANINI, Á. RODRÍGUEZ y J. MARTÍNEZ. 2007. Uso del índice de área foliar y del porcentaje de cobertura del suelo para estimar la radiación interceptada en papa. *Agricultura Técnica (Chile)* 67(1):78-85.
- DI BENEDETTO, A. 2005. Manejo de cultivos hortícolas: Bases ecofisiológicas y tecnológicas. 1ed. Orientación gráfica editora. Buenos Aires.
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M. G., GONZALEZ L., TABLADA M. y C. W. ROBLEDO. 2011. InfoStat. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DUBIK, S.P.; D.T. KRIZEK y D.P STIMART. 1989. Influence of root zone restriction on morphogenetic responses of spreading eunonymus (E. KiautschovicaLoes. Sieboldiana). *J. Plant Nutr.* 12:1021-1044.
- DUBIK, S.P.; D.T. KRIZEK y D.P STIMART. 1990. Influence of root restriction on mineral element concentration, water potential, chlorophyll concentration, and partitioning of assimilate in spreading eunomynus (E. kiautschovicaLoes. Sieboldiana). *J. Plant Nutr.* 13:677-699.
- FAO. 2006. Lechuga (*Lactuca sativa L.*). Fichas técnicas: Productos frescos y procesados. En:  
[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/lechuga.htm](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/lechuga.htm). Consultado: 25-07-2015.
- FAO. 2013. Base de datos estadísticos FAOSTAT. Roma (disponible en [faostat.fao.org](http://faostat.fao.org)) Consultado: 03/07/2015
- FELTRIM, A. L.; REGHIN, M. Y.; VINNE y J. VAN DER. 2003 Cultivo da alface com agrotêxtil em diferentes períodos. *Publicatio UEPG*, v.9, p.21-27.
- FELTRIM, A. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A. y J. C. BARBOSA. 2006. Produção de chicória em função do período de cobertura com tecido de polipropileno. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.249-254.
- FELTRIM A. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A. y J. C. BARBOSA. 2008. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em chicória coberta e não coberta com polipropileno. *Horticultura Brasileira*, v.26, p.50-55.
- FERRATTO, 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.; RODRÍGUEZ FAZZONE, M. y M. J. IRRIBAREN. 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). pp. 433-469.
- FITZGERALD T. y M. STILTZ. 2005. Row Covers. Washington State University. Spokane county extension. Master gardener program. En: <http://spokane-county.wsu.edu/spokane/eastside/Fact%20Sheets/C187%20Row%20Covers%2009.pdf>. Consultado: 03-05-2015
- FUENTES YAGÜE, J. L. 1987. Protección contra las heladas. Hojas divulgadoras. Núm. 5/87 HD. I.S.B.N.: 84-341-0540-3. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- FURIATTI, R. S.; PINTO JUNIOR, A. R. y J. A. B. LOPES. 2008. Estudio comparativo entre agrotêxtil e inseticidas no controle da mosca minadora da batata. Revista Acadêmica, Ciência Agrária Ambiental, v.6, p.89-96.
- GONZÁLEZ ARANCIBIA C. y J. HIDALGO PIZARRO. 2009. Aspectos micrometeorológicos y sinópticos de las heladas para los Valles Elqui y Limarí durante el período 2004 – 2007. Tesis para optar al título profesional de Meteorólogo. Carrera de Meteorología. Departamento de Meteorología. Facultad de Ciencias. Universidad de Valparaíso.
- GRANGEIRO, L.C.; BARROS JÚNIOR, A.; BEZERRA NETO, F.; de NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; de FREITAS, K.K.; de AZEVEDO, P.E. y R.K.C. LISBOA. 2004. Cultivo de rúcula em túneis baixos de agrotêxtil em Mossoró-RN. Horticultura Brasileira, v.22, n.2, citado en: LIMA DE OLIVEIRA, S. K.; COSTA GRANGEIRO, L.; ZULEIDE DE NEGREIROS, M.; SAVADA DE SOUZA, B. y S. ROSSIELY ROMÃO DE SOUZA. 2006. Cultivo de alface com proteção de agrotêxtil em condições de altas temperaturas e luminosidade. Revista Caatinga, vol. 19, núm. 2, pp. 112-116, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil
- GROSSO, L.; RAMOS, D. y F. SALUSSO. 2015. Manual de Producción Hortícola. Apuntes de clase. Cátedra de Producción Hortícola. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- HANSON, P.J. ; R.E. DICKSON y R.K. DIXON.. 1987. Effect of container size and shape on the growth of northern red oak seedlings. HortScience. 22:1293-1295.
- HEMPHILL D. 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.
- IAPICHINO, G.; VETRANO, F.; MONCADA, A.; FASCELLA, S. y G. INCALCATERRA. 2010. Effects of plastic mulch and floating cover on lettuce production in Sicily. ISHS Acta Horticulturae 936: XXVIII International

- Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on Quality-Chain Management of Fresh Vegetables: From Fork to Farm.
- INDEC. 2002. Censo Nacional Agropecuario. Hortalizas: superficie implantada a campo o bajo cubierta por especie, según provincia. En: [http://www.indec.gov.ar/agropecuario/cna\\_defini.asp](http://www.indec.gov.ar/agropecuario/cna_defini.asp) Consultado: 02/12/2013
- INTA – CMCBA.2015. Gacetilla de Frutas y Hortalizas del Convenio INTA – CMCBA N° 38.
- ISMAIL, M.R. y K.M. NOOR. 1996. Growth, water relations and physiological processes of starfruit (*Aerrhoa carambola L*) plants under root growth restrictions. *ScientiaHort.* 66:51-58.
- JURI, M. S.; RICARDES, M. G.; MINERVINI, M. G.; FERNÁNDEZ, S.; ALVAREZ, M. E.; GIULIANO, M. S. y E. L. VILLAGRA. 2009 Evaluación de efectos del tamaño del contenedor sobre lechuga (*Lactuca sativa L.*) en etapas de pre-transplante y cosecha. XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Libro de resúmenes. Rosario, Santa Fe, Argentina. Pág. 313.
- KATZ, S. H. y W.W WEAVER.2003. Encyclopedia of Food and Culture. New York: Schribner. 2:375-376
- LESKOVAR, D.I.; CANTLIFFE, D.J. 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 transplante hortícola. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- LIMA DE OLIVEIRA, S. K.; COSTA GRANGEIRO, L.; ZULEIDE DE NEGREIROS, M.; SAVADA DE SOUZA, B. y S. ROSSIELY ROMÃO DE SOUZA. 2006. Cultivo de alface com proteção de agrotêxtil em condições de altas temperaturas e luminosidade. *Revista Caatinga*, vol. 19, núm. 2, pp. 112-116, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil.
- MACHADO, A. Q., NETO, R. H. B., y QUIXABEIRA, A. 2008. Produção de mudas de alface crespa em diferentes tipos de bandejas, em Várzea Grande-Mt. *Hortic. bras*, 26(2).
- MAROTO BORREGO, J. V.; GOMEZ, A. M. y C. B. SORIA. 2000. La lechuga y la escarola. Fundación Caja Rural Valencia. Ediciones Mundi-Prensa.
- MARQUES, P. A. A.; BALDOTTO, P. V.; SANTOS, A. C. P. y L. D. OLIVEIRA. 2003. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. *Horticultura Brasileira*, 21(4), 649-651.
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; FERNANDES, H.S.; MAUCH, C.R. y J.B. SILVA. 2000 Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de

- alface em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 18, n. 3, p. 164-170.
- MERMIER M.; REYD, G. ; SIMON, J. C. 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 Desenvolvimentos de mudas de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus L.* Moench] em diferentes tipos de bandeja e substrato. *Scientia Agrícola*, v. 56, n. 2, p. 377-381.
- MORAES ECHER, M.; GUIMARÃES, V. F.; ARANDA, A. N.; BORTOLAZZO, E. D. y J. S. BRAGA. 2007. Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. *Semina: Ciências Agrárias*, 28(1), 45-50.
- NELSON, L. y M. YOUNG. 1986. Effect of floating row covers on radishes, yellow Spanish onions, cabbage, cucumber, winter squash and sweet corn at Redmond, Oregon in 1986.
- NESMITH, D. S.1993. Influence of root restriction on two cultivars of summer squash (*Cucurbita pepo L.*). *J. Plant Nutr.* 16:421:431.
- NESMITH, D.S. y J. R. DUVAL. 1998. The effect of container size. *HortTechnology* October-December 1998 8(4). 288-291.
- ORTEGA, J.F.; DE JUAN, J.A.; TARJUELO, J.M.; MERINO, R. y M. VALIENTE. 1999. Modelo de optimización económica del manejo del agua de riego en las explotaciones agrícolas: Aplicación a la agricultura de regadío de la provincia de Toledo. INIA, España. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetal*, Vol. 14 (3): 325 – 354.
- OTTO, R.F.; M.Y. REGHIN; P. TIMÓTEO; A.V. PEREIRA y A. MADUREIRA. 2000a. Resposta produtiva de duas cultivares de morango cultivadas sob “nãotecido” de polipropileno no município de Ponta Grossa-PR. *Horticultura Brasileira*, v.18, p.210-211. Suplemento.
- OTTO, R.F.;C. GIMENEZ Y N. CASTILLA. 2000b.La evapotranspiración y la producción de materia seca de los cultivos hortícolas bajo cubierta. *Acta de Horticultura*. 516:23-30.
- OTTO, R.F.;C. GIMENEZ Y N. CASTILLA.2000c. Cambios microclimáticos bajo la protección de polipropileno con especies vegetales cultivadas en Córdoba, España. *Horticultura brasileña* .18:204-211.
- OTTO, R.F; M.Y. REGHIN; P. NIESING y B. ALVES REZENDE. 2010. Respostas produtivas de alface em cultivo protegido com agrotêxtil. *Bragantia*, 69(4):855-860.



- PADILHA, J.M.; F.L.B. TUPICH y M.Y. REGHIN. 2001a. Cultivo protegido de alface americana. IV. Estação de Primavera. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2001, Ponta Grossa, PR. Anais. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa., p.16
- PADILHA, J.M.; F.L.B. TUPICH y M.Y. REGHIN. 2001b. Cultivo protegido de alface americana. IV. Estação de Verão. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2001, Ponta Grossa, PR. Anais. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, p.169.
- PEREIRA, A. V.; OTTO, R. F. y M. Y. REGHIN. 2003. Respostas do feijão-vagem cultivado sob proteção com agrotêxtil em duas densidades de plantas. Horticultura Brasileira, v.21, p.564-569.
- PETERSON, T. A. ; J.D. COHEN; J.G. BUTA y D.T. KRIZEK. 1991a. Influence of root restriction on tomato; Changes in leaf cell expansion, abscisic acid and indole-3-acetic acid. Plant Physiol. 96:78.
- PETERSON, T.A.; M.D. REINSEL y D.T. KRIZEK, 1991b. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.,cv Better Bush) plant response to root restriction. I. Alteration of plant morphology. J. Expt. Bot. 42:1233-1240.
- PETERSON, T.A.; M.D. REINSEL y D.T. KRIZEK. 1991c. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.,cv Better Bush) plant response to root restriction. II. Root respiration and ethylene generation. J.Expt. Bot. 42:1233-1240
- PIMPINI, F., LAZZARIN, R. y G. CHILLEMI. 2002. Aspetti generali. p. 21-43. In. I. De Maria, I. Lavezzo, A. Tadiotto (eds). Il Radicchio Variegato di Castelfranco. Veneto agricoltura, Veneto, Italia.
- REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE, J. VAN DER y A. L. FELTRIM. 2002. Produção de repolho branco chinês (pak choi) sob proteção com ‘não tecido’ de polipropileno. Horticultura Brasileira, v.20, p.233-236.
- REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE, J. VAN DER y A. L. FELTRIM. 2003. Tamanho da célula de diferentes bandejas na produção de mudas e no cultivo do pak choi na presença e ausência do agrotêxtil. Scientia Agraria, v.4, p.61-67.
- REGHIN, M.Y. y G.D. SÁ. 2008. Desempenho de duas cultivares de chicória em três ambientes de cultivo. Ciência e Agrotecnologia, v.32, p.378-384.
- RINCÓN SÁNCHEZ L., 2001. Necesidades hídricas, absorción de nutrientes y respuesta a la fertilización nitrogenada de la lechuga Iceberg. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. 211 pp.
- RINCON SÁNCHEZ L. 2005. La fertirrigación de la lechuga Iceberg. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. ISBN 84-689-1187-9.

- RINCÓN SÁNCHEZ L. y J. SÁEZ. 1997. Determinación de la evapotranspiración y de los coeficientes de cultivo en lechuga Iceberg con riego por goteo. *Actas de Horticultura* 20, 193-202.
- ROCHA, R. C. C. 2000. Tipos e alturas de sombrites na produção de alface sob temperatura e luminosidade elevadas. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Brasil.
- SALAS, F. J. S.; MORAES, C. A. P.; GARCIA, S. y T. T. SABUNDJIAN. 2008. Evaluación del cultivo protegido por agrotêxtil en la cultura de lechuga y su desempeño en diferentes tipos de aplicaciones. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.75, p.437-442.
- SARLI, A. 1980. Tratado de Horticultura. Editorial Hemisferio Sur. 460 p.
- SILQUINI, O. A.; GRÉGOIRE, H. C.; SCARONE, J. G. y E. M. BAUDINO. 2007. Comportamiento de la espinaca híbrida 424 cultivada bajo dos sistemas de protección. *Rev. Fac. Agronomía - UNLPam Vol 18 1/2 6300*, Santa Rosa, Argentina. ISSN 0326-6184.
- SILVA E.; CASTRO VALDEBENITO, K. I. 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.
- SUAREZ-REY, E. 2009. Producción de ajo tierno bajo cubiertas flotantes de agrotextil. *Revista horticultura*. 27(3):1-9.
- TILT, M.K; T.E. BILDERBACK y W.C. FONTENO.1987. Particle size and container size effect on growth of three ornamental species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:981-984.
- TUPICH, F.L.B.; PADILHA, J.M.; REGHIN, M.Y. 2001. Cultivo protegido de alface americana. IV. Estação de Outono. *Anais do IV Encontro de Iniciação Científica. Universidade Estadual de Ponta Grossa*, 2001. p.178.
- 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. P. 49.
- VAGNONI, R.; BUYATTI, M. y J.C. FAVARO. 2014. Efecto del tamaño de celda de bandejas de siembra sobre la morfología y fisiología de plantines de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*). *Revista: Horticultura Argentina* 33. ISSN 1851-9342 80.
- VAVRINA, C.S. 1995 An introduction to the production of containerized vegetable transplants. Univ. of Florida, Gainesville, Coop. Ext. Serv., Bul. 302.

- VAVRINA, C.S. 2004. Transplant production. Horticultural Sciences Department, University of Florida. En:<http://www.edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/CV/CV10400.pdf>. Consultado: 05/09/2015.
- VIGLIOLA, M. 1996. Manual de Horticultura. 2da Edición. 3ra Reimpresión. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- 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.
- WHITAKER, T. W.; RYDER, V. E.; RUBATZKY, V. E. y P. V. VAIL. 1974. Letucce production in the United States. USDA. Agric. Handbook N° 22. Washington.
- WIEN, H. C. 1997. The physiology of vegetable crops. CABI Publishing.
- WOLFE, D. W.; ALBRIGHT, L. D. y J. WYLAND. 1989. Modelling row cover effects on microclimate and yield. I. Growth response of tomato and cucumber. JASHS, 114(4): 562-568.

**ANEXOS**  
**IMÁGENES**



Imagen 1. Bandejas de germinación con celdas de 24 cm<sup>3</sup> (128 celdas), 13 cm<sup>3</sup> (200 celdas) y 6 cm<sup>3</sup> (288 celdas). U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 2. Plantines de lechuga creciendo en las diferentes bandejas de germinación dentro del invernadero. U.N.R.C. Río Cuarto.

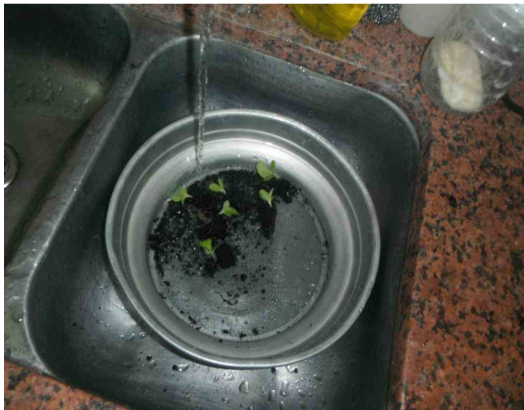


Imagen 3. Lavado de los plantines. U.N.R.C. Río Cuarto . U.N.R.C. Río Cuarto.

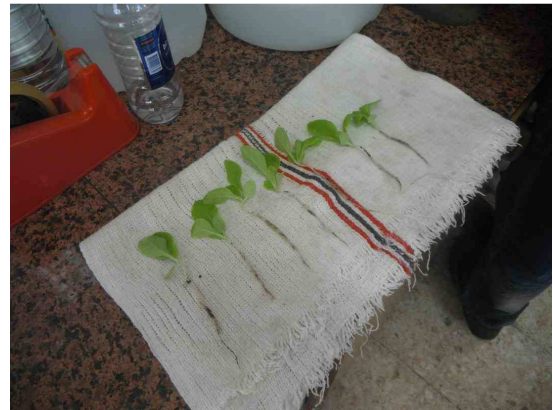


Imagen 4. Preparación de los plantines para efectuar las determinaciones. UNRC. Río Cuarto.



Imagen 5. Pesaje de los plantines U.N.R.C. Río Cuarto.. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 6. . Estufa de secado. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 7. Plantines de lechuga al momento del trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 8. Trasplante a campo. Vista de las parcelas de ensayo. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 9. Mantas térmicas colocadas luego del trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 10. Sistema de riego por goteo en funcionamiento. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 11. Barra de radiación BAR-RAD 100 con sensores LICOR. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 12 Equipo Data Loggers para la medición de la temperatura del aire. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 13. Recolección de datos de temperatura. U.N.R.C. Río Cuarto



Imagen 14. Termo- higo anemómetro digital marca Skywatch (Atmos) para la medición de H° relativa del aire. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 15. Plantín de lechuga 28 dds. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 16. Plantines de lechuga al momento del trasplante (49 dds). U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 17. Acumulación de raíces en la base de la celda de 7 cm<sup>3</sup> al trasplante. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 18. Vista en detalle de la Imagen 17. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 19. Medición de la evolución de la biomasa aérea fresca en cada tratamiento. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 20. Cultivo próximo a cosecha. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 21. Medición de peso fresco individual de las plantas a cosecha. Tratamiento de  $24 \text{ cm}^3$  con manta térmica. U.N.R.C. Río Cuarto.



Imagen 22. Medición de peso fresco individual de las plantas a cosecha. Tratamiento de  $24 \text{ cm}^3$  sin manta térmica. U.N.R.C. Río Cuarto.