



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

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

**Efectos del uso de bandejas multiceldas y manta térmica en la
producción del cultivo de lechuga bajo invernadero**

GONZALEZ JUAN PABLO

D.N.I. 34590633

DIRECTOR: Ing. Agr. Fabricio Salusso

CO-DIRECTOR: Ing. Agr. Diego Ramos

Río Cuarto – Córdoba

Noviembre 2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: “Efectos del uso de bandejas multiceldas y manta térmica en la producción del cultivo de lechuga bajo invernadero”

Autor: Gonzalez, Juan Pablo

DNI: 34.590.633

Director: Ing. Agr. Fabricio Salusso

Co-Director: Ing. Agr. Diego Ramos

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

Ing. Agr. Claudio Oddino _____

Ing. Ftal. Marcela Demaestri _____

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Secretario Académico _____

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi familia:

A mi mamá Patricia Gonzalez y a mí papá Marcelo Gonzalez, por su apoyo permanente, por acompañarme en todo momento, por escucharme y aconsejarme en todas las decisiones, por el trabajo y el esfuerzo que día a día realizaron para que pudiera realizar una carrera universitaria.

A mis hermanos, Matías y Bruno, por estar presentes en todas las instancias, por aquellas discusiones al momento del estudio y por aquellos otros momentos donde estuvieron las risas.

A mis abuelos paternos, Marcelino y Ana María, que marcaron su paso en la niñez.

A mis abuelos maternos, Esteban y Juana, que supieron contenerme y aconsejarme cada vez que fue necesario, y por estar pendiente en todo momento de los resultados obtenidos a lo largo de la carrera.

A Elsa, Américo y Javier Panero, que junto con mi abuelo Estaban, fueron los que marcaron mi inclinación a la actividad agropecuaria desde muy pequeño.

A Patricia Bertone, que también aportó a mi inclinación por esta actividad, y que durante toda la carrera estuvo brindando consejos para obtener los mejores resultados posibles.

AGRADECIMENTOS

Les agradezco de manera especial a Diego Ramos y a Fabricio Salusso, por permitirme realizar esta instancia en la cátedra de Horticultura, por su aporte y predisposición para poder culminar la tesis. Gracias por compartir sus conocimientos, su tiempo, por los mates y las conversaciones para hacer más ameno el trabajo, por hacer un gran esfuerzo para facilitar todos los insumos necesarios para poder realizar el presente trabajo.

Los agradecimientos también están dirigidos a Mauricio Debrandi y Federico Terráneo, por compartir las actividades de campo y hacer todo el trabajo mucho más fácil. Por su apoyo ocasional en este trabajo y su presencia a lo largo de toda la carrera a Ian Prack Mc Cormick.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| Índice general | IV |
| Índices de gráficos | VI |
| Índice de tablas | VII |
| Resumen | VIII |
| Summary | IX |
| | |
| Introducción | 1 |
| Importancia del cultivo | 1 |
| Cultivo de lechuga..... | 2 |
| Producción de plantines | 2 |
| Uso de manta térmica..... | 5 |
| Hipótesis..... | 9 |
| Objetivos | 9 |
| | |
| Materiales y Métodos | 10 |
| Caracterización del ambiente | 10 |
| Evaluación del volumen de celda en la calidad de los plantines..... | 10 |
| Evaluación del efecto de la manta térmica sobre el ambiente..... | 11 |
| Evaluación de la biomasa aérea del cultivo | 13 |
| | |
| Resultados y Discusiones | 14 |
| 1. Evaluación del volumen de celda en la calidad de los plantines..... | 14 |
| 1.1 Número de hojas | 14 |
| 1.2 Altura de plantín..... | 15 |

| | |
|---|----|
| 1.3 Longitud de raíces | 16 |
| 1.4 Biomasa de plantines..... | 16 |
| | |
| 2. Evaluación del efecto de la manta térmica..... | 20 |
| 2.1 Radiación | 20 |
| 2.2 Temperatura del aire | 21 |
| 2.3 Humedad relativa del aire | 22 |
| 2.4 Temperatura del suelo..... | 24 |
| | |
| 3. Evaluación de la biomasa aérea del cultivo | 25 |
| 3.1 Influencia del volumen de celda | 25 |
| 3.2 Influencia de la manta térmica..... | 25 |
| 3.3 Rendimiento | 27 |
| Conclusiones..... | 28 |
| Bibliografía..... | 29 |
| Anexos | 35 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Bandejas con celdas de 24 cm ³ , 13 cm ³ y 7 cm ³ | 11 |
| Figura 2. Equipo de medición de radiación fotosintéticamente activa.. | 12 |
| Figura 3 Termohigroanemómetro, para la medición de la temperatura y humedad del aire. | 13 |
| Figura 4 Evolución de la biomasa total de los plantines en peso seco (PS) y fresco (PF) hasta el momento del trasplante. | 18 |
| Figura 5. Relación entre la RFA (MJ.m ⁻² .día ⁻¹) sobre la manta térmica y RFA incidente sobre el cultivo (Mj.m ⁻² .día ⁻¹) al atravesar la manta térmica..... | 21 |
| Figura 6. Relación entre la temperatura del aire (°C) bajo la manta térmica y fuera de la misma..... | 22 |
| Figura 7. Regresión lineal entre la humedad relativa (HR) del aire bajo la manta térmica respecto a la del aire del resto del invernadero. | 23 |
| Figura 8. Rendimiento del cultivo en peso fresco a cosecha (t.ha ⁻¹) para los diferentes tratamientos..... | 27 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Características de los diferentes modelos de bandejas multiceldas | 10 |
| Tabla 2. Evolución del número de hojas de los plantines de lechuga para los diferentes volúmenes | 15 |
| Tabla 3. Crecimiento en altura de los plantines (cm) para los diferentes volúmenes | 15 |
| Tabla 4. Crecimiento radicular de los plantines (cm) para los diferentes volúmenes..... | 16 |
| Tabla 5. Evolución en peso fresco y peso seco de raíces (g) para los diferentes volúmenes. | 17 |
| Tabla 6. Evolución en peso fresco y peso seco de la parte aérea (g) para los diferentes volúmenes | 17 |
| Tabla 7. Biomasa total del plantín en peso fresco y seco al momento del trasplante para los diferentes volúmenes..... | 19 |
| Tabla 8. Valores mínimos, medios y máximos de trasmisividad de la RFA (%) debajo de la manta térmica..... | 20 |
| Tabla 9. Diferencias en la temperatura del aire bajo la manta térmica y del resto del invernadero | 21 |
| Tabla 10. Valores mínimos, medios y máximos de humedad relativa del aire bajo la manta térmica respecto al resto del invernadero..... | 23 |
| Tabla 11. Temperatura del suelo a diferentes profundidades en cada tratamiento | 24 |
| Tabla 12. Peso fresco y peso seco por planta (g) a cosecha en función del volumen de celdas | 25 |
| Tabla 13. Peso fresco por planta (g) a cosecha en función del uso de manta térmica | 26 |
| Tabla 14. Peso seco por planta (g) a cosecha en función del uso de manta térmica..... | 26 |

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la calidad de plantines de lechuga obtenidos en bandejas de germinación de diferente volumen de celdas y el efecto del uso de manta térmica como medida de protección del cultivo en invernadero durante la temporada de otoño-invierno. Se sembró en invernadero un cultivar de lechuga tipo mantecosa (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*), bajo un diseño experimental al azar siendo los tratamientos los diferentes volúmenes de celdas: 24 cm³; 13 cm³ y 7 cm³, evaluando 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) al momento del trasplante. Una vez obtenidos los plantines se trasplantaron, en el mismo invernadero, siguiendo un diseño experimental en parcelas divididas: Con manta térmica y Sin manta térmica, mientras que las subparcelas se correspondieron con el volumen de las celdas. El marco de plantación utilizado fue de 0,35 m entre hileras y 0,25 m entre plantas, el riego se efectuó mediante un sistema de goteo. Las variables ambientales evaluadas fueron: radiación fotosintéticamente activa (RFA), temperatura del aire, humedad relativa del aire y temperatura edáfica. Los resultados en la etapa de plantín mostraron que aquellos provenientes de bandejas con celdas de mayor volumen tuvieron un mejor desempeño para todas las variables de análisis. El uso de manta térmica generó una reducción de la RFA incidente sobre el cultivo, aumento de la temperatura y humedad relativa del aire, y temperatura edáfica. El rendimiento final del cultivo para cada tratamiento fue para las celdas de 7 cm³ y sin manta térmica de 26,6 t.ha⁻¹ (b), con manta térmica 27 t.ha⁻¹ (b), para las celdas de 13 cm³ y sin manta térmica de 46,5 t.ha⁻¹ (a), con manta térmica 34,2 t.ha⁻¹ (b), para las celdas de 24 cm³ y sin manta térmica 33,9 t.ha⁻¹ (b) y con manta térmica 31,9 t.ha⁻¹ (b). Estos resultados indicaron que solo se diferenció estadísticamente el tratamiento de 13 cm³ y sin manta térmica del resto de los tratamientos.

SUMMARY

"Effects of using multicell trays and thermal blanket in the production of greenhouse lettuce crop"

In order to evaluate the quality of lettuce seedlings obtained in germination trays with different volumes of cells and the effect of using thermal blanket as protection of greenhouse cultivation during autumn-winter. Were seeded in greenhouse butterhead lettuce cultivar type (*Lactuca sativa* L. var capitata). Under a randomized design treatments being different cell volumes of 24 cm³; 13 cm³ and 7 cm³, evaluating leaf number, root length (mm), seedling height (mm), fresh and dry weight of aerial part (g), and fresh and dry weight of roots (g) when transplantation. Once collected, the seedlings were transplanted in the same greenhouse, following a split plot experimental design: With and Without thermal blanket thermal blanket, while the subplots were consistent with cell volume. The planting used was 0.35 m between rows and 0.25 m between plants, irrigation was performed through a drip system. The environmental variables were evaluated: photosynthetically active radiation (PAR), air temperature, relative humidity and soil temperature. The results in seedling stage showed that those trays with cells from higher volume performed better for all analysis variables. Using thermal blanket generated PAR reduced incident on cultivation, increase in temperature and relative humidity, and soil temperature. The final crop yield for each treatment was for 7 cm³ cells without thermal blanket of 26.6 t.ha⁻¹ (b) with thermal blanket 27 t.ha⁻¹ (b) to 13 cm³ cells without thermal blanket of 46.5 t.ha⁻¹ (a), thermal blanket with 34.2 t.ha⁻¹ (b) to 24 cm³ cells without blanket 33.9 thermal t.ha⁻¹ (b) and thermal blanket t.ha⁻¹ 31.9 (b). These results indicated that only differed statistically treating 13 cm³ thermal blanket without other treatments.

INTRODUCCIÓN

IMPORTANCIA DEL CULTIVO

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

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

La producción hortícola en Río Cuarto, comprende aproximadamente unas 700 ha cultivadas. Los principales cultivos que se realizan incluyen hortalizas de hoja: Lechuga (*Lactuca sativa* L.), Acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*), Espinaca (*Spinacia oleracea*), Apio (*Apium graveolens*), Rúcula (*Eruca vesicaria*) y Achicoria (*Cichorium intybus*), dentro de las Crucíferas las principales son Repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*), Coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) y Brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Durante la década de los ´90 un cambio sustancial fue la incorporación de la tecnología del invernadero en la producción de cultivos¹.

Algunos aspectos sobre la tecnología del cultivo podrían mejorar la producción y alcanzar el rendimiento potencial de la especie, entre ellos encontramos la calidad del plantín y la protección a las bajas temperaturas durante la etapa de producción a campo en cultivos de otoño-invierno.

¹ Comunicación Personal: Ing. Agr. Ramos, Diego – Docente de Cátedra de Producción Hortícola, Dpto de Producción Vegetal. UNRC

CULTIVO DE LECHUGA

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

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. Las semillas de lechuga comienzan a germinar a temperaturas de 2 a 3 °C, siendo la óptima de 20 a 25 °C en el suelo, en el cual pueden emerger las plántulas a los 4 ó 5 días. El rango de temperatura para su desarrollo es de 13 a 25 °C, siendo la óptima entre 16 y 22 °C. La lechuga es una planta anual que bajo condiciones de fotoperíodos largos (más de 12 hs de luz) acompañado de altas temperaturas (más de 26 °C) emite su tallo floral. Su mejor desarrollo se logra en suelos franco-arenosos con suficiente contenido de materia orgánica y buen drenaje (Malga *et al.*, 2011).

PRODUCCIÓN DE PLANTINES

El inicio de un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) puede realizarse en almácigo y posterior trasplante a raíz desnuda, o en bandejas multiceldas. La siembra directa es un método menos utilizado debido al reducido tamaño de la semilla. El uso de bandejas comenzó en 1985, con la aprobación de la bandeja de sistema multicelular, lo que permite obtener plantas más vigorosas y productivas.

El sistema de producción en bandejas proporciona un mayor cuidado en la germinación de semillas y la emergencia, un menor costo para controlar las plagas y enfermedades y un alto índice de fijación después de un trasplante (Minami, 1995; Modolo y Tessarioli Neto, 1999; Silva y Katherine, 2004). Un mejor uso de la superficie ya que los ciclos a campo o invernadero se reducen, permite aumentar el número de rotaciones, mejora el control de la población de plantas y espaciamiento, y facilita el control de malezas (Leskovar, 2001).

Otros autores mencionan un menor “shock al trasplante”, reducción de la transmisión de enfermedades por roturas de raíces, y un menor empleo de semillas (Grasso *et al*, 2006). Sin embargo, algunas desventajas del trasplante es el costo adicional de la planta, por el costo de producción en invernadero y de implantación en el campo (Leskovar, 2001).

Las bandejas multiceldas con su diseño normalizado, fabricadas en poliestireno especial, lisas, y con presencia de estrías, facilitan la extracción del plantín, evitando el enrulamiento de las raíces, permitiendo un excelente drenaje y aireación radicular. Son de bajo costo de transporte, almacenamiento y se adaptan para todo tipo de máquinas sembradoras (Carluccio, 2012).

La forma de la celda redonda frente a piramidales, puede influir en el vigor y la supervivencia de la planta. Las raíces de las plantas podrían desarrollarse demasiado y enredarse en las celdas redondas, especialmente si las plantas sufren de condiciones ambientales no favorables. Cuando se lidia con tamaños pequeños de celdas, este problema se torna más crítico, debido a la disminución de volumen para el crecimiento de las raíces (Bennett, 2010).

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

Un excelente plantín es aquel que tiene un buen desarrollo radicular, un tallo vigoroso, con ausencia de clorosis, libre de plagas y enfermedades, y presenta una altura de 10-15 cm. La capacidad de un plantín para superar el estrés del trasplante depende de cómo 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 es reducida cuando se utilizan plantines de baja calidad (Leskovar, 2001).

La raíz dispara el crecimiento, la acumulación y partición de biomasa, la fotosíntesis, el contenido de clorofila en la hoja, la relación planta-agua, la absorción de nutrientes, la respiración, la floración y el rendimiento, todos estos factores se ven afectados por la restricción radicular y el tamaño de la celda (Nesmith y Duval, 1998). En general, a medida que aumenta el

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

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

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

Ullé (2003), evaluó los efectos del tamaño de la celda y mezclas de sustratos en lechuga cv. Elisa, probando 3 sustratos y celdas de 15, 25, 80 y 100 cm³. Encontrando que la celda de 80 cm³ presentó valores significativamente mayores en peso total y peso de las hojas respecto al resto, mientras que en peso de raíz las celdas de 80 cm³ solo difirieron estadísticamente de los de 15 cm³.

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 multiceldas de volumen variable (12, 20 y 46 cm³) 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 cm³ se obtuvieron diferencias estadísticas logrando plantines de mejor calidad y un adelanto en el establecimiento de la planta luego del trasplante respecto a las celdas de menor volumen.

Seabra *et al.*, (2002) utilizando bandejas multiceldas lograron obtener en platines de lechuga tipo arrepollada, valores de 4,41 hojas en celdas de 34,6 cm³, mientras que en celdas de 22,3 cm³ y 9,7 cm³ los resultados fueron de 3,75 y 3,58 hojas respectivamente, evaluadas a los 29 días después de las siembra. Marques *et al.*, (2003) y Machado *et al.*, (2008) observaron la misma tendencia.

Resende *et al.*, (2003) en Três Pontas, MG (Brasil), evaluaron la influencia de distintos tipos de contenedores y edad del trasplante en plantines de lechuga (*Lactuca sativa* L.) tipo

americana, utilizando contenedores de 24 cm³; 13 cm³ y 6 cm³, y cinco edades de trasplante a los 22, 26, 30, 34 y 38 días. Los plantines obtenidos en celdas de 24 cm³ y trasplantados a los 38 días de edad presentaron mayor peso fresco y seco, número de hojas y altura de plántula. La mayor productividad comercial fue obtenida por las plántulas producidas en celdas de 24 cm³, seguida de las celdas de 13 cm³, siendo el peor desempeño las de 6 cm³. Las edades de trasplante variaron en función del tipo de contenedor, pudiendo ser trasplantadas de 22 a 38 días aquellas producidas en celdas de 24 cm³ y 13 cm³, con preferencia entre 22 a 30 días. Para las celdas de 6 cm³, las plántulas debieron ser trasplantadas a los 38 días de la siembra.

Juri *et al.*, (2009) evaluaron los efectos del tamaño de celdas en la respuesta pretransplante y a cosecha en plantas de lechuga, encontrando que las producidas en celdas de mayor volumen mostraron diferencias estadísticas 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.

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

A pesar de la importancia que el volumen de la celda tiene sobre la producción de plantines y la respuesta productiva del cultivo de lechuga, no existe a nivel regional una recomendación sobre cuál debería ser el tamaño más adecuado para optimizar la calidad del plantín obtenido y lograr buenos rendimientos en el cultivo².

USO DE MANTAS TÉRMICAS

Históricamente los horticultores han intentado modificar el microclima de los cultivos para acelerar el crecimiento, incrementar el rendimiento y adelantar la madurez, mediante técnicas de protección que permiten incrementar la temperatura del aire y suelo, la humedad alrededor de las plantas, reducir ataque de insectos, la presión de enfermedades y el estrés hídrico (Wells y Loy, 1985; Pollard y Cundari, 1988; Kjelgren, 1994). El uso de protecciones

²Comunicación Personal: Ing. Agr. Diego Ramos - Asesor Privado, Cinturón Hortícola Río Cuarto.

como “mantas térmicas” en las hileras de cultivos se ha utilizado durante muchos años en Europa, Asia, Israel y EE.UU. (Fitzgerald y Stiltz, 2005).

La manta térmica es un material confeccionado a partir de largos filamentos de polipropileno soldados entre sí a temperaturas apropiadas, constituyéndose un material muy liviano y de resistencia suficiente para su utilización en la agricultura. Algunas de las ventajas 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 (Barros *et al.*, 2004).

La utilización de 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), modificaciones en la humedad relativa del aire (Hemphill, 1989), así como la humedad del suelo (Wolfe *et al.*, 1989), protección contra los vientos (Mermier *et al.*, 1995) y un mejor control térmico, siendo especialmente recomendada para especies vegetales sensibles a cambios bruscos de temperaturas y heladas. Los ciclos de cultivo se acortan bajo este material, y son más regulares, con el mayor beneficio económico que ello conlleva (Horticom, 2012; Fitzgerald y Stiltz, 2005).

Diversos estudios demuestran que la temperatura media del aire se incrementa con el uso de manta térmica en 2,4 °C respecto al control al aire libre. El aumento de la temperatura bajo la manta térmica se debe al efecto invernadero de la cubierta, así como a la reducción del viento, que disminuye el transporte turbulento (Fernandes *et al.*, 2010).

Diferentes autores han demostrado el aumento de la temperatura del aire que genera en el microclima de cultivo el uso de mantas térmicas respecto al aire exterior, con incrementos desde 1 a 5,55 °C (Traunfeld, 2011; Parker *et al.*, 2012), de 4 a 7 °C (Guiñazú *et al.*, 2011); de 2 a 8 °C (Suarez Rey, 2009; USDA, 2011; Iapichino, 2010; Demšar *et al.*, 2011).

Por su parte Mormeneo *et al.*, (2001) en una experiencia realizada en cultivo de apio utilizando mantas térmicas midieron un aumento de 3,9 °C de la temperatura del aire con respecto al aire libre.

El efecto invernadero producto del uso de la manta térmica, no solo se traduce en el aumento de la temperatura del aire que rodea la planta, sino que también dará lugar a las temperaturas más cálidas del suelo, la mejora de germinación de semillas, crecimiento de las raíces, el crecimiento de brotes y madurez (Dickerson, 2009).

Suárez-Rey, (2009) estudiando el efecto de la manta térmica sobre la temperatura edáfica, registró valores medios de 2 °C más elevados en el tratamiento con manta térmica que al aire libre. Al respecto Wien (1997) determinó que el calentamiento del suelo a 18 °C disminuyó la duración del ciclo de producción de lechuga mantecosa entre 14 y 17 días en comparación con plantas cultivadas en suelo sin calentar bajo temperatura mínima del aire de 7 °C.

Respecto a la influencia de la manta térmica sobre la radiación, es importante considerar que la trasmisividad de la manta térmica constituye un parámetro que indica la relación entre la radiación fotosintéticamente activa (RFA) incidente sobre el material y la fracción de la RFA que atraviesa al mismo e incide sobre el cultivo para el proceso de la fotosíntesis. Los valores de trasmisividad de estos materiales son variables, y se encuentran en el orden de un 30 a 95% dependiendo de la densidad de cada material (Traunfeld, 2011; Parker *et al.*, 2012). La reducción generada en la RFA que alcanza al cultivo es una posible desventaja, esta reducción no debería de afectar la actividad fotosintética de la planta, ya que se vería afectada su capacidad de síntesis de compuestos orgánicos (Suárez-Rey, 2009).

En condiciones otoño invernales se registró una reducción media de la radiación incidente 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 índice de área foliar (IAF) durante la mayor parte del ciclo, lo que aceleró probablemente su crecimiento, especialmente en el caso de las plantas sembradas a mayor densidad (Suárez-Rey, 2009).

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

Para cultivos como lechuga, frutilla, pimiento, col chino y poroto, la utilización de manta térmica como protección de plantas ha presentado buenos resultados, mostrando como ventajas de su utilización: barrera física contra heladas, mantención de la humedad del suelo, precocidad y calidad en la producción de plantines, mejora la sanidad del producto final, precocidad y aumento de la producción. Además presenta facilidad en el manipuleo y menor inversión inicial, si se compara con otros sistemas de cultivos protegidos (Resende *et al.*, 2003; Salas *et al.*, 2008).

Barros Júnior *et al.*, (2004) evaluaron el rendimiento de lechuga cultivares Tainá y Babá de Verão en túneles bajos cubiertos con manta térmica de diferentes densidades (13 y 40 g.m⁻²) 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 térmica de 40 g.m⁻² promovió una mayor altura, diámetro y productividad para los cultivares.

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

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

HIPÓTESIS

- La producción de plantines de lechuga en bandejas con celdas de mayor volumen, permitirá obtener un plantín de mejor calidad hortícola, traduciéndose luego en un mayor rendimiento al final del cultivo.
- La producción de lechuga en sistema bajo invernadero con el uso conjunto de manta térmica permitirá obtener plantas de mejor calidad con mayor rendimiento.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos de la utilización de diferentes bandejas multiceldas y manta térmica en la producción de un cultivo de lechuga bajo invernadero para el cinturón hortícola de Río Cuarto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el volumen de celda más adecuado a través de la determinación de las principales variables que definen la calidad del plantín (número de hojas, longitud de raíces, altura de plantín, peso fresco y seco de plantín).
- Cuantificar las principales variables ambientales (radiación, temperatura edáfica, temperatura y humedad relativa del aire) en el cultivo de lechuga con la utilización de manta térmica y sin uso de la misma.
- Evaluar el efecto de la calidad del plantín y el uso de manta térmica durante el ciclo del cultivo en invernadero sobre la biomasa aérea a cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE

El clima de la región es templado-subhúmedo, con un régimen de precipitaciones monzónica, es decir, concentrado en el período primavera-verano (el 80% de las lluvias ocurre entre octubre y Abril), con una precipitación media anual de 801 mm. La Temperatura Máxima Anual: 23,1 °C; Temperatura Mínima Anual: 10,2 °C, Temperatura Media Anual: 16,3 °C. El período libre de heladas en Río Cuarto es de 256 días y va desde mediados de septiembre a mediados de mayo (Adesur, 1999).

EVALUACIÓN DEL VOLUMEN DE CELDA EN LA CALIDAD DE LOS PLANTINES

El ensayo se realizó en un invernadero de policarbonato con atmósfera controlada situado en el Campo Experimental (CAMDOCEX) de la Universidad Nacional de Río Cuarto. El mismo se encuentra situado sobre la ruta nacional N° 36, km 601.

La siembra del cultivo de lechuga se inició el día 23 de Mayo del 2013, en bandejas con diferente número y volumen de celdas (tabla 1 y figura 1), y se colocaron en el invernadero durante toda la etapa de producción del plantín. El sustrato utilizado fue a base de turba *Sphagnum* con aditivos.

En la etapa de producción de los plantines los tratamientos evaluados se correspondieron con los volúmenes de celdas, siendo éstos: 24 cm³ (128 celdas); 13 cm³ (200 celdas) y 7 cm³ (288 celdas). El volumen de 7 cm³ correspondió al tratamiento testigo por ser el más utilizado en el cinturón hortícola local. El diseño experimental fue completamente al azar.

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

| Modelo | Número de celdas | Volumen de celda |
|--------|------------------|--------------------|
| 128 | 128 (8×16) | 24 cm ³ |
| 200 | 200 (10×20) | 13 cm ³ |
| 288 | 288 (12×24) | 7 cm ³ |



Figura 1. Bandejas con celdas de 24 cm³, 13 cm³ y 7 cm³.

La variedad de lechuga que se utilizó es del tipo mantecosa (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*). Durante la etapa de producción de los plantines se evaluaron 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 se extrajo una muestra de 10 plantines al azar correspondientes a cada volumen de celda con intervalos de 10 días hasta el momento de trasplante. Para determinar el peso seco las muestras se llevaron a estufa a 70 °C durante 48 hs o hasta lograr peso constante.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MANTA TÉRMICA SOBRE EL AMBIENTE

Una vez obtenidos los plantines, 76 días luego de la siembra, se trasplantaron siguiendo un diseño experimental en parcelas divididas; las parcelas principales fueron dos (2): Con Manta térmica y Sin Manta térmica, mientras que las subparcelas se correspondieron con el volumen de las celdas. Siendo el tratamiento testigo la bandeja con celdas de 7 cm³, que se corresponde con el tamaño más utilizado en el cinturón local. El tamaño de las subparcelas fue de 3,67 m².

Las mediciones de la RFA, temperatura del aire, temperatura edáfica y humedad relativa se efectuaron semanalmente para las situaciones con manta térmica y sin manta térmica.

La fracción de la RFA interceptada por la manta térmica se midió utilizando una barra de radiación BAR-RAD con sensores LICOR (figura 2), y se efectuaron mediciones por debajo y por encima de la manta térmica. La interceptación de la RFA se determinó mediante la ecuación 1:

Ecuación 1:

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

Donde:

IRFA_{mt}: Interceptación de la RFA por la manta térmica (%).

RFA₀: RFA bajo la manta térmica (MJ.m⁻².día⁻¹).

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



Figura 2. Equipo de medición de radiación fotosintéticamente activa.

La temperatura del suelo se determinó a 5, 10 y 15 cm de profundidad, los datos se obtuvieron mediante el empleo de un geotermómetro. La temperatura y la humedad relativa del aire se determinaron, mediante un termohigroanemómetro marca Skywatch® (figura 3).



Figura 3. Termohigroanemómetro, para la medición de la temperatura y humedad del aire.

El riego se efectuó empleando un sistema por goteo. Para establecer la línea de riego se utilizó una tubería de PBD ubicada en la cabecera de los surcos, donde se colocaron mediante el uso de conectores líneas de cinta de riego dispuestas entre medio de dos hileras de plantación, con 10 (diez) emisores por metro lineal. El caudal de los emisores fue de $0,85 \text{ L h}^{-1}$.

EVALUACIÓN DE LA BIOMASA AÉREA DEL CULTIVO

Al momento de la cosecha se evaluaron peso fresco y seco individual de la parte aérea (g) y rendimiento total (t.ha^{-1}). Las muestras se llevaron a estufa durante 48 hs a $90 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta lograr peso constante para las determinaciones correspondientes. Los datos se analizaron estadísticamente con el programa Infostat, aplicando ANAVA y análisis de comparación de medias con el test de LSD Fisher ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. EVALUACIÓN DEL VOLUMEN DE CELDA EN LA CALIDAD DE LOS PLANTINES

La utilización de diferentes volúmenes de celdas produjo diferencias significativas sobre las principales variables que definen la calidad de los plantines. A medida que aumento el volumen de celda de las bandejas, las variables número de hojas, altura de plántula, longitud de raíces, peso fresco y seco de los plantines se incrementaron. A continuación se presenta un análisis detallado de la respuesta de cada una de ellas.

1-1 Número de hojas

Considerando que el número de hojas representa una variable significativa en la calidad de un plantín hortícola, ya que la misma constituye un indicador determinante del momento de trasplante. El índice de trasplante en plantines de lechuga se encuentra entre cinco y siete hojas verdaderas (Pimpini *et al.*, 2002), el cual se alcanza aproximadamente en condiciones de invernadero en un intervalo de 30 a 50 días después de la siembra (T&T Vegetable seeds, 2006).

Al analizar la evolución de esta variable durante la etapa de producción de los plantines, la tendencia de los resultados del experimento mostraron que aquellos plantines provenientes de bandejas con celdas de 24 cm³ siempre presentaron un mayor número de hojas, seguido de las celdas de 13 cm³ y 7 cm³, es decir, que a medida que se aumentó el volumen de las celdas los plantines alcanzaron antes el número de hojas indicado para el trasplante (tabla 2). Estas diferencias están asociadas al mayor volumen de sustrato disponible, con mayores recursos y espacio físico para la exploración de las raíces, lo cual se tradujo en una mayor tasa de crecimiento en el plantín.

Al respecto, diversos autores encontraron respuestas similares, Seabra *et al.*, (2002) utilizando bandejas multiceldas lograron obtener en plantines de lechuga tipo arrepollada, valores de 4,41 hojas en celdas de 34,6 cm³, mientras que en celdas de 22,3 cm³ y 9,7 cm³ los resultados fueron de 3,75 y 3,58 hojas respectivamente, evaluadas a los 29 días después de la siembra (dds). Por su parte, Resende *et al.*, (2003), Marques *et al.*, (2003); Machado *et al.*, (2008) también encontraron resultados semejantes en plantines de lechuga al aumentar el volumen de las celdas. En la tabla 2 se muestra la evolución del número de hojas de los plantines de lechuga para los diferentes volúmenes.

Tabla 2. Evolución del número de hojas de los plantines de lechuga para los diferentes volúmenes.

| Volumen | Número de hojas | | | | |
|--------------------|-----------------|--------|---------|--------|--------|
| | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | 76 dds |
| 24 cm ³ | 4,20 a | 4,30 a | 4,30 ab | 5,70 a | 6,60 a |
| 13 cm ³ | 3,30 b | 3,20 b | 4,40 a | 4,80 b | 5,70 b |
| 7 cm ³ | 2,60 c | 3,00 b | 3,80 b | 3,80 c | 5,50 b |

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

1-2 Altura de plantín

La altura de los plantines constituyó otra variable que respondió significativamente al aumento del volumen de celdas. Los resultados experimentales mostraron alturas de plantín superiores durante toda la etapa de producción en las bandejas con celdas de 24 cm³, siendo estas diferencias estadísticamente significativas respecto a las celdas de menor volumen. De igual modo, al contrastar los valores obtenidos en celdas de 13 cm³ y 7 cm³, claramente quedo en evidencia que la reducción del volumen implicó un menor desarrollo de la parte aérea. Esto confirma las afirmaciones de diversos autores, que manifiestan como un mayor volumen de celda aumenta el área foliar y la biomasa aérea de los plantines (Leskovar *et al.*, 1990; Cantliffe, 1993; Menezes Junior *et al.*, 2000). En definitiva, una mayor disponibilidad de agua y nutrientes conlleva a un mayor crecimiento radical y de la parte aérea (Vavrina, 2004). En la tabla 3 se muestra el crecimiento en altura de los plantines para los diferentes volúmenes.

Tabla 3. Crecimiento en altura de los plantines (cm) para los diferentes volúmenes.

| Volumen | Altura de plantín (cm) | | | | |
|--------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | 76 dds |
| 24 cm ³ | 5,02 a | 5,10 a | 5,15 a | 4,56 a | 5,25 a |
| 13 cm ³ | 3,98 b | 3,88 b | 3,80 b | 3,39 b | 4,39 b |
| 7 cm ³ | 3,28 c | 3,25 c | 3,48 c | 3,25 b | 2,79 c |

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

1-3 Longitud de raíces

La tendencia sobre la longitud de las raíces presentó respuestas positivas a medida que se incrementó el volumen de las celdas. La magnitud de las diferencias fue significativa, principalmente al contrastar las celdas de 24 cm³ y 13 cm³, respecto a las de menor volumen (tabla 4).

Definitivamente, el menor volumen de sustrato disponible restringe el crecimiento radicular de los plantines, siendo ésta variable determinante de la calidad final del plantín (Leskovar *et al.*, 1990; Nesmith y Duval, 1998; Menezes Junior *et al.*, 2000). En contrapartida, las bandejas con celdas de mayor volumen le confieren al plantín mejores condiciones para la absorción de agua y nutrientes, el sistema radicular logra una mayor expresión, y por ende, una mayor capacidad para enfrentar el “estrés o shock” al momento de trasplante.

Comparando los resultados con otros autores, Marques *et al.*, (2003) obtuvieron longitudes de raíces de 8,10; 6,30 y 5,00 cm en plantines de Lechuga cultivar Vera evaluadas a los 26 dds en bandejas multiceldas de 24 cm³, 13 cm³ y 7 cm³.

Tabla 4. Crecimiento radicular de los plantines (cm) para los diferentes volúmenes.

| Longitud de raíces (cm) | | | | | |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Volumen | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | 76 dds |
| 24 cm ³ | 10,23 a | 11,70 a | 13,05 a | 13,38 a | 15,24 a |
| 13 cm ³ | 9,99 a | 10,19 a | 11,10 b | 11,25 b | 13,16 a |
| 7 cm ³ | 7,37 b | 7,50 b | 7,73 c | 7,75 b | 7,89 b |

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

1-4 Biomasa de plantines

El análisis de la biomasa de raíces y biomasa aérea permite afirmar aún más los resultados de los apartados anteriores. En relación a ello, la evolución de la producción de biomasa de raíces y parte aérea presentó desde los estadíos iniciales de crecimiento siempre un mayor desarrollo a medida que aumentó el volumen de las celdas. En las tablas 5 y 6 se muestra la evolución de la biomasa de raíces y biomasa aérea, peso fresco y seco.

Tabla 5. Evolución en peso fresco y peso seco de raíces (g) para los diferentes volúmenes.

| Peso fresco raíz (g) | | | | | |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Volumen | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | 76 dds |
| 24 cm³ | 0,14 a | 0,22 a | 0,24 a | 0,36 a | 0,43 a |
| 13 cm³ | 0,08 b | 0,11 b | 0,14 b | 0,23 b | 0,21 b |
| 7 cm³ | 0,06 b | 0,06 b | 0,09 c | 0,15 c | 0,09 c |

| Peso seco raíz (g) | | | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Volumen | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | 76 dds |
| 24 cm³ | 0,01 a | 0,02 a | 0,03 a | 0,04 a | 0,06 a |
| 13 cm³ | 0,01 a | 0,01 b | 0,02 b | 0,03 b | 0,04 b |
| 7 cm³ | 0,004 b | 0,01 b | 0,01 b | 0,01 c | 0,02 c |

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

Tabla 6. Evolución en peso fresco y peso seco de la parte aérea (g) para los diferentes volúmenes.

| Peso fresco parte aérea (g) | | | | | |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Volumen | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | 76 dds |
| 24 cm³ | 0,39 a | 0,46 a | 0,51 a | 0,55 a | 0,74 a |
| 13 cm³ | 0,21 b | 0,21 b | 0,30 b | 0,34 b | 0,46 b |
| 7 cm³ | 0,12 c | 0,12 c | 0,18 c | 0,21 c | 0,24 c |

| Peso seco parte aérea (g) | | | | | |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Volumen | 25 dds | 35 dds | 45 dds | 55 dds | 76 dds |
| 24 cm³ | 0,03 a | 0,05 a | 0,07 a | 0,09 a | 0,15 a |
| 13 cm³ | 0,02 b | 0,03 b | 0,04 b | 0,06 b | 0,09 b |
| 7 cm³ | 0,01 c | 0,01 c | 0,03 c | 0,03 c | 0,05 c |

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

En la figura 4 se observa la evolución de la biomasa total en peso fresco y seco de los plantines durante todo el ciclo de producción hasta el momento de trasplante. Los plantines provenientes de bandejas con celdas de mayor volumen siempre presentaron un mayor peso que aquellos provenientes de bandejas con celdas de menor volumen. Siendo la magnitud de las

diferencias más significativas al contrastar los plantines obtenidos en celdas de 24 cm³ respecto a las de menor volumen, principalmente en peso fresco.

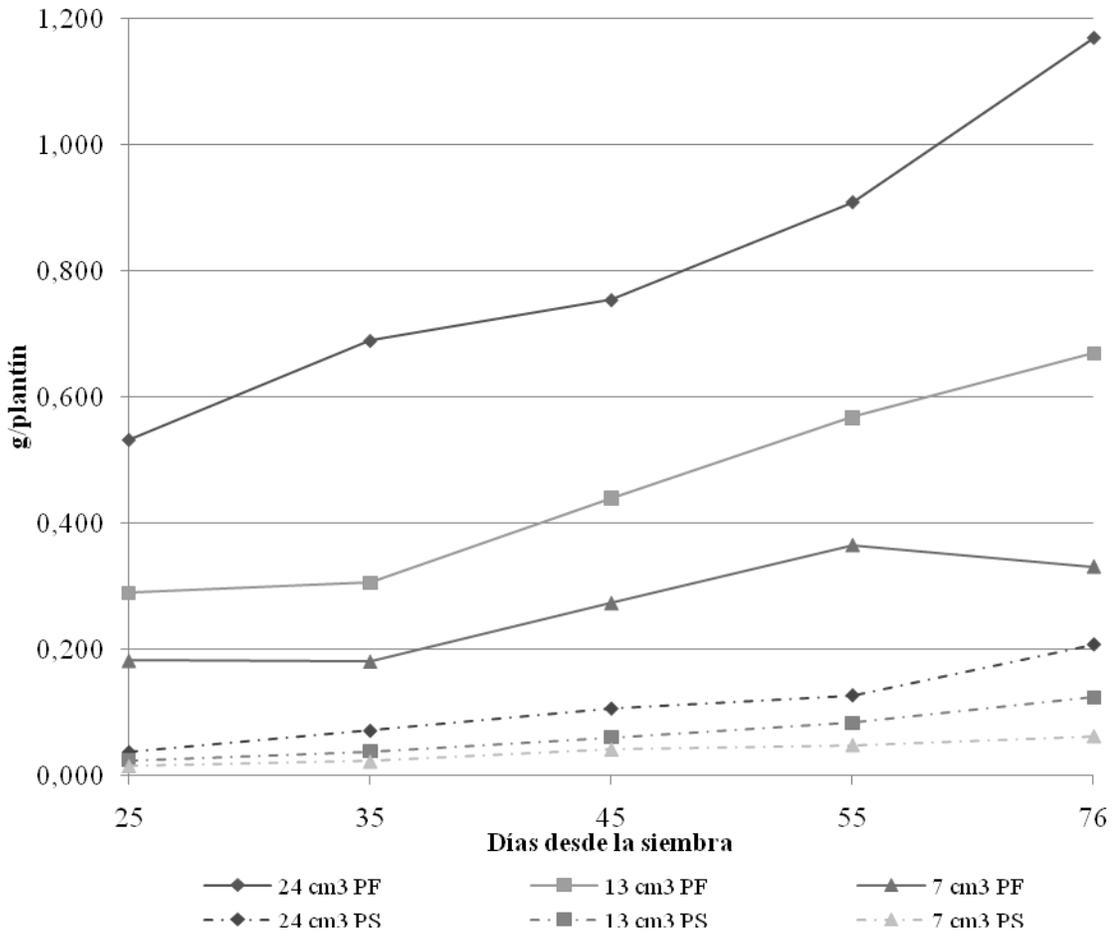


Figura 4. Evolución de la biomasa total de los plantines en peso seco (PS) y fresco (PF) hasta el momento del trasplante.

En la tabla 7 se muestra la biomasa total en peso fresco y seco de los plantines al momento del trasplante, los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos volúmenes de celdas evaluados. Las bandejas con celdas de 24 cm³ permitieron obtener plantines de mayor peso respecto a las bandejas con celdas de menor volumen, donde el desempeño más deficiente se observó en las bandejas con celdas de 7 cm³.

Tabla 7. Biomasa total del plantín en peso fresco y seco al momento del trasplante para los diferentes volúmenes.

| Variables | Peso fresco (g) | Peso seco (g) |
|--------------------|--------------------|------------------|
| 24 cm ³ | 1,17 a | 0,21 a |
| 13 cm ³ | 0,67 b | 0,12 b |
| 7 cm ³ | 0,33 c | 0,06 c |
| r ² | 0,84 | 0,80 |
| c.v. | 22,01 | 24,20 |
| p-value | <0,0001 | <0,0001 |

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

Disponer de un plantín de calidad al momento del trasplante, con un adecuado desarrollo de la parte aérea y radicular, aumentará las probabilidades de éxito en la implantación del mismo, ya que tendrá una mejor arquitectura morfológica para sobrellevar el estrés que implica la operación de trasplante (Leskovar, 2001).

Es apreciable como el mayor volumen de celda permite alcanzar un mayor peso seco, siendo varios los autores que coinciden con la tendencia hallada. Resende *et al.*, (2003) a los 34 días después de la siembra, para Lechuga tipo arropollada cultivar Raider, obtuvieron valores de biomasa total verde de 5,78; 3,32 y 2,67 g, para bandejas de 128, 200 y 288 celdas. La biomasa seca fue de 0,29; 0,16 y 0,14 g, respectivamente. De igual modo, Machado *et al.*, (2008) en lechuga tipo crespa obtuvieron valores en peso verde de parte aérea de 2,17 (a); 1,33 (b) y 0,90 (c) g y peso fresco de raíces de 1,63 (a); 1,17 (b) y 0,90 (c) g en bandejas de isopor de 128, 200 y 288 celdas respectivamente.

2. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MANTA TÉRMICA SOBRE EL AMBIENTE

La utilización de la manta térmica como medida de protección del cultivo dentro del invernadero modificó el comportamiento de alguna de las principales variables ambientales involucradas en la determinación del rendimiento del cultivo. A continuación se muestra el efecto de la manta térmica sobre la RFA, temperatura del aire y suelo y humedad del aire.

2-1. Radiación

El uso de la manta térmica dentro del invernadero generó una modificación de la cantidad de RFA que llega al cultivo. Al utilizar la manta térmica se observó que la misma presenta una trasmisividad promedio de 66,8% de la RFA (tabla 8). Los resultados obtenidos coinciden con los logrados por Suárez- Rey, (2009), quien midió una trasmisividad media de la RFA bajo la manta cercana al 65%; Guiñazú *et al.*, (2011) midieron valores de trasmisividad de la RFA entre 55 a 62%. Por su parte López *et al.*, (2003), Sá y Reghin, (2008) y Feltrim *et al.*, (2006) encontraron una reducción de la trasmisividad del 15% de la RFA con el uso de manta térmica.

Tabla 8. Valores mínimos, medios y máximos de trasmisividad de la RFA (%) debajo de la manta térmica.

| | Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) | | |
|----------------------------|--|-------|--------|
| | mínimo | medio | máximo |
| Ciclo de producción | 54,7% | 66,8% | 83,4% |

A partir de los datos obtenidos durante el ciclo de producción se determinó una correlación entre los valores de RFA sobre la manta térmica y la RFA que incidió sobre el cultivo debajo de la manta térmica, logrando un ajuste del 94% (Figura 5).

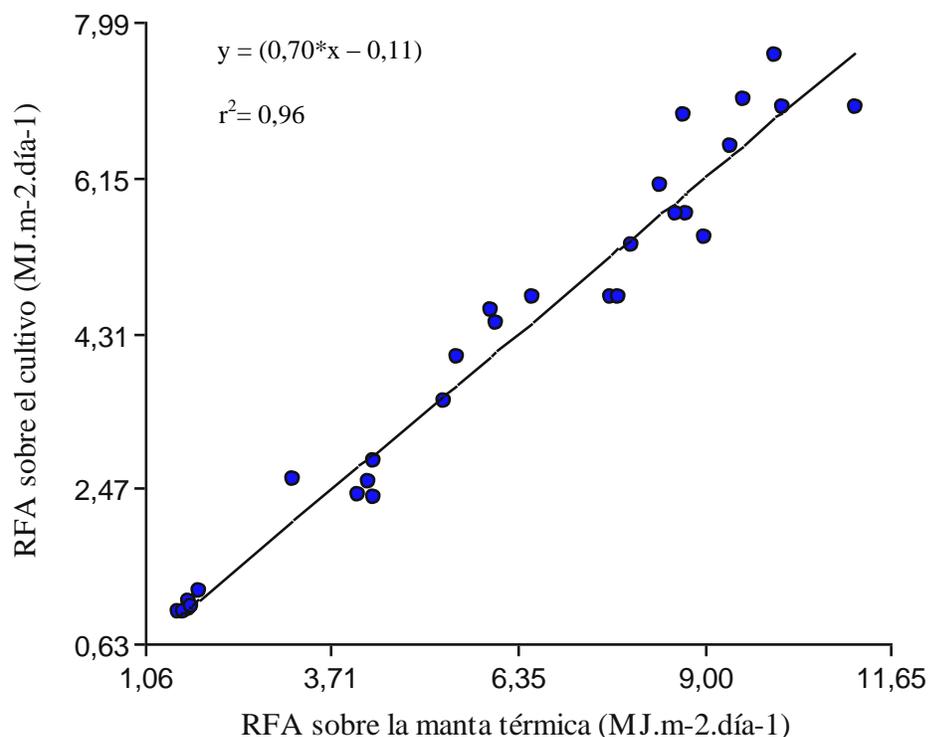


Figura 5. Relación entre la RFA ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$) sobre la manta térmica y RFA incidente sobre el cultivo ($\text{Mj.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$) al atravesar la manta térmica.

2-2. Temperatura del aire

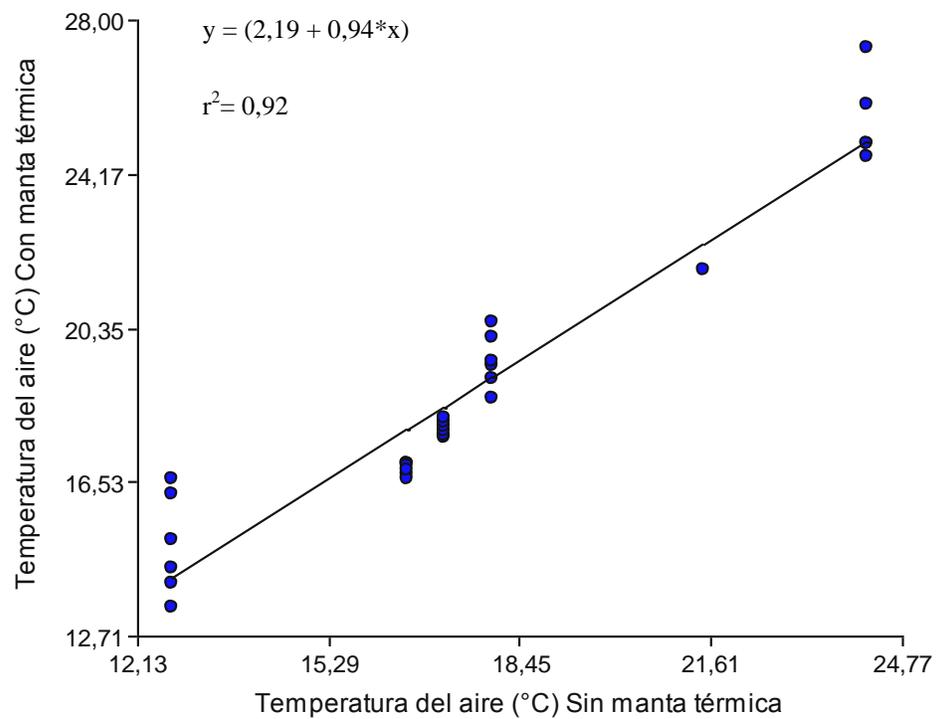
El análisis de la temperatura del aire presentó un aumento promedio en el orden de $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ debajo de la manta térmica respecto a la temperatura del aire del resto del invernadero. Sin embargo, algunos resultados registrados no mostraron diferencias entre la temperatura por debajo y fuera de la manta. La diferencia máxima registrada alcanzó valores de hasta $3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ en favor de la manta térmica (tabla 9).

Tabla 9. Diferencias en la temperatura del aire bajo la manta térmica y del resto del invernadero.

| | Temperatura del aire | | |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | mínimo | media | máximo |
| Ciclo de producción | $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $+1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $+3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ |

Los resultados encontrados en el aumento de la temperatura del aire, se enmarcan dentro de los rango planteados por algunos autores, como Traunfeld, (2011) y Parker *et al.*, (2012) que hallaron incrementos desde 1 a 5,55 °C con la utilización de la manta térmica. Sin embargo los resultados hallados en este trabajo son, en cierto medida, menores a lo manifestado por Guñazú, *et al.*, (2011) quienes obtuvieron aumentos de 4 a 7 °C, mientras que Suarez Rey, (2009); USDA, (2011); Iapichino, (2010); Demšar *et al.*, (2011) registraron aumentos de 2 a 8 °C. Probablemente, en condiciones de invernadero, donde existe una menor renovación de aire y se minimizan los efectos del viento, la magnitud de las diferencias son levemente inferiores al contrastarlas con los valores expresados por los autores anteriores.

A partir de los datos obtenidos se realizó una correlación entre los registros de temperatura del aire medidos bajo la manta térmica y fuera de la misma, indicando un ajuste del 92% (figura 6).



debajo de la manta térmica mostraron un notable incremento en la variable con diferencias favorables de hasta un 23,3%, siendo los valores promedios de 13,4% (Tabla 10). Los resultados coinciden con lo expresado por Mermier *et al.*, 1995; Fitzgerald y Stiltz, 2005, que afirman como el efecto protector de la manta térmica contribuye a mantener valores más elevados de humedad.

Tabla 10. Valores mínimos, medios y máximos de HR del aire bajo la manta térmica respecto al resto del invernadero.

| | Humedad relativa del aire | | |
|----------------------------|---------------------------|----------|----------|
| | mínimo | medio | máximo |
| Ciclo de producción | + 3,6 % | + 13,4 % | + 23,3 % |

El análisis mediante regresión lineal de los datos de humedad del aire registrados bajo la manta térmica y por fuera de la misma se presenta en la figura 7 con un ajuste del 74%.

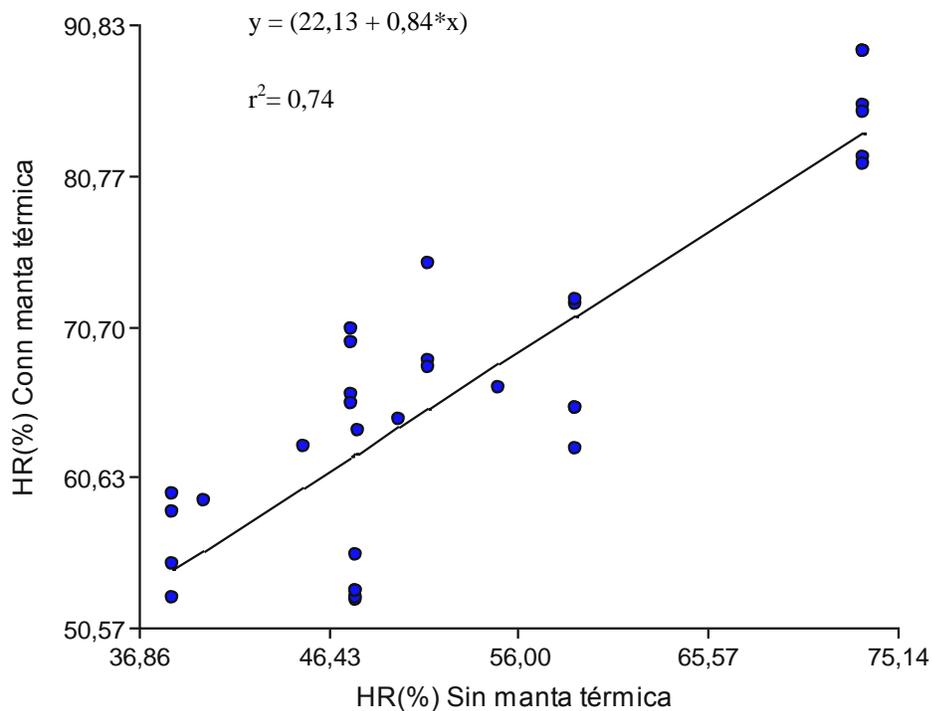


Figura 7. Regresión lineal entre la HR del aire bajo la manta térmica respecto a la del aire del resto del invernadero.

2-4. Temperatura del suelo

La temperatura del suelo, como otras variables, manifestó una modificación con la utilización de la manta térmica en las profundidades analizadas. En promedio se produjo un aumento de la temperatura edáfica en 1,75 °C bajo la manta térmica hasta los 15 cm de profundidad (tabla 11).

Tabla 11. Temperatura del suelo (°C) a diferentes profundidades en cada tratamiento.

| Tratamientos | Profundidad (cm) | | |
|--------------|------------------|---------|---------|
| | 5 | 10 | 15 |
| Con manta | 18,1 °C | 18,0 °C | 18,4 °C |
| Sin manta | 16,4 °C | 16,2 °C | 16,6 °C |

Los resultados obtenidos son similares a los encontrados por Suárez-Rey (2009), ya que ellos registraron aumentos de temperatura de suelo de 2 °C respecto al suelo sin protección. La temperatura edáfica tiene implicancias en el desarrollo del cultivo, ya que el mismo dado su hábito de crecimiento, se encuentra muy cerca de la superficie del suelo y una mayor temperatura favorecería un rápido desarrollo.

3. EVALUACIÓN DE LA BIOMASA AÉREA DEL CULTIVO

3-1 Influencia del volumen de celda

El volumen de celda no solo afectó la calidad del plantín obtenido para el trasplante, sino que también tuvo influencia sobre el rendimiento del cultivo; al analizar el peso fresco y seco a cosecha se observó que aquellas plantas provenientes de celdas de 13 cm³ lograron un desempeño significativamente mejor que aquellas originadas en celdas de 7 cm³ y 24 cm³ (tabla 12).

Tabla 12. Peso fresco y peso seco por planta (g) a cosecha en función del volumen de celdas.

| Variables | Peso Fresco (g.pl ⁻¹) | Peso Seco (g.pl ⁻¹) | |
|---------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------|
| Volumen de celda | 24 cm ³ | 296,85 b | 14,73 b |
| | 13 cm ³ | 406,69 a | 19,90 a |
| | 7 cm ³ | 233,23 b | 12,34 b |
| r ² | 0,67 | 0,65 | |
| c.v. | 18,61 | 17,24 | |
| p-value | 0,0068 | 0,0094 | |

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

Los resultados hallados discrepan con lo encontrado por ciertos autores respecto al volumen de celda que logra el mejor resultado, pero coinciden en que celdas de 7 cm³ logran el desempeño más deficiente. Marques *et al.*, (2003) observaron a la cosecha del cultivo que aquellas plantas provenientes de 128 y 200 celdas por bandeja no presentaron diferencias significativas en el rendimiento de campo. En el tratamiento de 288 celdas, con un menor volumen de sustrato, se obtuvo menor desempeño a campo. Sin embargo, Seabra Jr. *et al.*, (2002) y Resende *et al.*, (2003) obtuvieron mejores resultados en celdas de 24 cm³, seguidos por celdas de 13 cm³ y en último lugar, con menor rendimiento, celdas de 6 cm³.

3-2 Influencia de la manta térmica

La utilización de la manta térmica, aislando el efecto producido por el volumen de celda del cual provenía el plantín, no generó diferencia significativa en la producción tanto en peso fresco como en peso seco de las plantas al momento de la cosecha (tablas 13 y 14). Solo en uno de los casos se alcanzó disminución significativa en el peso de las plantas, mientras que en los otros se muestra una leve disminución. Estos resultados pueden ser atribuidos a la reducción de la RFA que en el orden del 33% ejerció la utilización de la manta térmica, sumado al efecto de

sombreo que genera la propia estructura del invernadero, siendo este factor de gran importancia en el crecimiento del cultivo.

Tabla 13. Peso fresco por planta (g) a cosecha en función del uso de manta térmica.

| Variables | | Peso Fresco (g.pl ⁻¹) | | |
|----------------------|----|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
| | | 7 cm ³ | 13cm ³ | 24cm ³ |
| Uso de manta térmica | Sí | 236,51 a | 299,28 b | 279,45 a |
| | No | 233,23 a | 406,69 a | 296,85 a |
| r ² | | 0,0034 | 0,64 | 0,02 |
| c.v | | 13,78 | 13,14 | 22,29 |
| p-value | | 0,8906 | 0,0169 | 0,7149 |

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

Tabla 14. Peso seco por planta (g) a cosecha en función del uso de manta térmica.

| Variables | | Peso Seco (g.pl ⁻¹) | | |
|----------------------|----|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| | | 7 cm ³ | 13cm ³ | 24cm ³ |
| Uso de manta térmica | Sí | 10,39 a | 14,34 b | 16,40 a |
| | No | 12,34 a | 19,90 a | 14,73 a |
| r ² | | 0,33 | 0,60 | 0,09 |
| c.v | | 13,97 | 15,37 | 19,31 |
| p-value | | 0,1334 | 0,0243 | 0,4624 |

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

Los resultados alcanzados discrepan con los hallados por Salas *et al.*, (2008), ya que observaron una mayor producción de materia verde (g) con la utilización de la manta térmica en comparación a un testigo sin manta en condiciones de campo. Sin embargo, en cuanto a la producción de materia seca (g) no observaron diferencias significativas en los tratamientos. De igual modo, Fernández Otto *et al.*, (2010) encontraron que en las situaciones protegidas con manta térmica se observó un aumento de la fitomasa fresca.

3-3 Rendimiento

En la figura 8 se muestran el rendimiento a cosecha en peso fresco ($t\cdot ha^{-1}$) para cada uno de los tratamientos siendo para las celdas de 7 cm^3 y sin manta térmica de $26,6\text{ t}\cdot ha^{-1}$ (b), con manta térmica $27\text{ t}\cdot ha^{-1}$ (b), para las celdas de 13 cm^3 y sin manta térmica de $46,5\text{ t}\cdot ha^{-1}$ (a), con manta térmica $34,2\text{ t}\cdot ha^{-1}$ (b), para las celdas de 24 cm^3 y sin manta térmica $33,9\text{ t}\cdot ha^{-1}$ (b) y con manta térmica $31,9\text{ t}\cdot ha^{-1}$ (b). Estos resultados indicaron que solo se diferenció estadísticamente el tratamiento de 13 cm^3 y sin manta térmica del resto de los tratamientos.

Sin embargo, las tendencias mostraron que utilizando mayores volúmenes de celdas en la producción del plantín se logró a cosecha un efecto positivo sobre el rendimiento, a diferencia de la utilización de manta térmica que no manifestó una clara tendencia a mejorar el rendimiento a cosecha del cultivo.

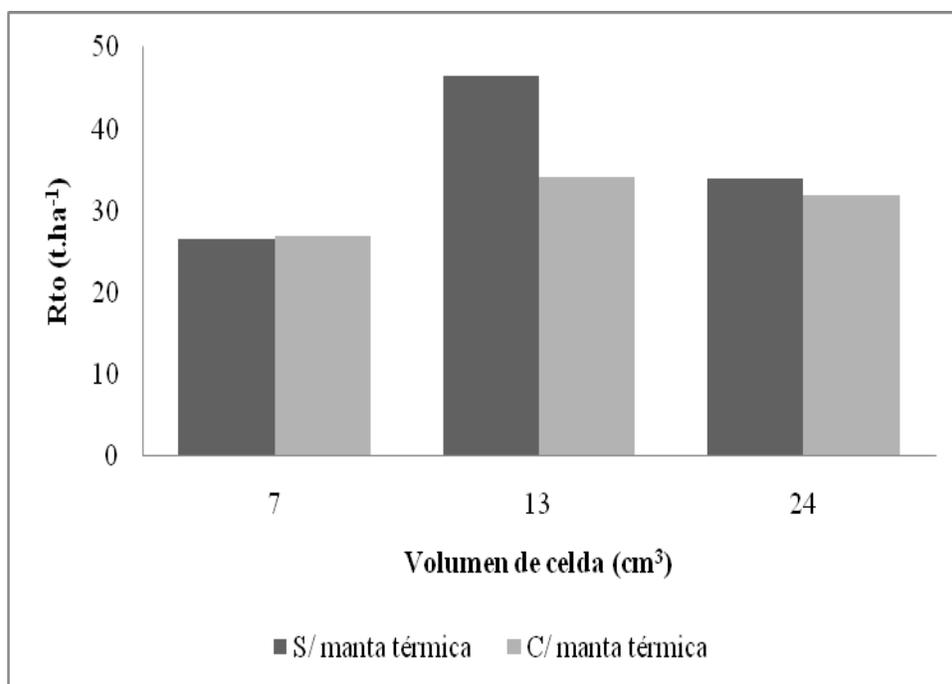


Figura 8. Rendimiento del cultivo en peso fresco a cosecha ($t\cdot ha^{-1}$) para los diferentes tratamientos.

CONCLUSIONES

- La utilización de bandejas con mayor volumen de celdas incrementó las principales variables que definen la calidad de un plantín de lechuga, llegando antes al momento indicado para la operación de trasplante.
- El uso de manta térmica bajo condiciones de invernadero modificó el comportamiento de las principales variables ambientales, incrementando la temperatura y humedad relativa del aire y temperatura del suelo bajo la manta térmica, sin embargo la magnitud de la reducción de la RFA pudo haber afectado significativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Los resultados a cosecha mostraron que utilizando mayores volúmenes de celdas en la producción del plantín se logra un efecto positivo en el rendimiento final.
- La magnitud en que se modifican las variables ambientales por efectos de la manta térmica dentro del invernadero no generó diferencias sustanciales en el rendimiento final del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- ADESUR. 1999. Asociación interinstitucional para El sur de Córdoba. Plan director. Secretaria técnica de Adesur. Universidad Nacional de Rio Cuarto. Pág. 99. Córdoba. Argentina.
- 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.; MEDEIROS, D. C. 2004 **Cultivo da alface em túneis baixos de agrotêxtil**. Horticultura Brasileira, Brasília, 22 (4): 801-803.
- BENNETT, M.A. 2010. **Calidad de trasplantes de hortalizas**. American Vegetable Grower. Universidad Estatal de Ohio. En: www.hortalizas.com/articulo/4465/calidad-de-trasplantes-de-hortalizas. Consultado: 04-10-2012.
- 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.
- CANTLIFFE, D.J. 1993 **Pre and postharvest practices for improved vegetable transplant quality**. HortTechnology 3:415-417
- CARLUCCIO. 2012. **Bandejas de germinación**. En: www.ingcarluccio.com.ar/base.html. Consultado: 15-10-2012.
- COFECYT, 2008. **Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo: hortalizas de hojas verdes (acelga, espinaca, lechuga)** – La Pampa y Santa Cruz.
- DEMŠAR, A., D. ŽNIDARČIČ y D. G. SVETEC. 2011. **Impact of UV radiation on the physical properties of polypropylene floating row covers**. African Journal of Biotechnology Vol. 10(41), pp. 7998-8006.
- DI BENEDETTO, A. 2005. **Manejo de cultivos hortícolas: Bases ecofisiológicas y tecnológicas**. 1^{ed}. Orientación gráfica editora. Buenos Aires.

DICKERSON, GEORGE W. 2009. **Row cover vegetable production technique**. Brignig science to your life. New Mexico State University.

FELTRIM, A.L.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; BARBOSA, J.C. 2006. **Produção de chicória em função do período de cobertura com tecido de polipropileno**. *Horticultura Brasileira*. 23: 249-254.

FERNANDES OTTO, R.; YAMOMOTO REGHIN, M.; NIESING, P. C.; ALVES REZENDE, B. L. 2010. **Respostas produtivas de alface em cultivo protegido com agrotêxtil**. *Bragantia*, Campinas, 69 (4): 855-860.

FERRATO, J. A.; MONDINO, M. C.; GRASSO, R.; ORTIZ MACKINSON, M.; LONGO, A.; CARRANCIO, L.; FIRPO, I. T.; ROTONDO, R.; ZEMBO, J .C.; CASTRO, G.; GARCÍA, M.; RODRIGUEZ FAZZONE, M y M.J. IRRIBARREN. 2010. **Buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. Cadena de las principales hortalizas de hojas en Argentina. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO en Argentina)- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MINAGRI, Argentina) – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina) – Universidad Nacional del Rosario (UNR, Argentina).**pp 433- 469.

FITZGERALD T. y M. STILTZ. 2005. **Row Covers**. Washington State University. Spokane county extension. Master gardener program.

GRASSO, R; MUGUIRO, A.; FERRATTO, J.; LONGO, A.; MONDINO, M.C. 2006. **Manual de Producciones Hortícolas**. Gobierno de La Pampa.

GUIÑAZÚ, M.E; CIRRINCIONE, M.A.; PORTELA, J.; BURBA, J.L.; CAVAGNARO, J.B. 2011. **Efectos de mantas térmicas en el crecimiento y producción de dos cultivares de ajo colorado**. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Libro de resúmenes. Pág. 296. Buenos Aires, Argentina.

HEMPHILL D. 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.

HORTICOM. 2012 Viverismo profesional: **Climatización. Mantas térmicas** En: <http://www.horticom.com/empresas/p/manta-termica/comercial-projar-s-a/8873/23267>.

Consultado: 03/08/2012

IAPICHINO, G.; F. VETRANO; A. MONCADA; S. FASCELLA 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.

JURI, M. S.; M. G. RICARDES; M. G. MINERVINI; S. FERNÁNDEZ; M. E. ALVAREZ; M. S. GIULIANO 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. p. 313.

KJELGREN, R. 1994. **Growth and water relation of Kentucky coffee tree in protective shelters during establishment**. HortScience, 29:777-780.

LESKOVAR, D.I.; D.J. CANTLIFFE y P.J. STOFFELLA. 1990 **Root growth and rootshoot interaction in transplants and direct seeded pepper plants**. J. Expt. Bot. 30:249354.

LESKOVAR, D.I. 2001 **Producción y ecofisiología del transplante hortícola**. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

LOPEZ, J.C.; PÉREZ, C.; PÉREZ-PARRA, J.; CABRERA, F.J. 2003. **EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE AHORRO DE ENERGÍA PARA UN CULTIVO DE PEPINO EN INVERNADERO “PARRAL”**. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas (Pontevedra, 26 al 30 de mayo de 2003)

MACHADO, A.Q.; R.H.B. NETO; A.Q. MACHADO y L.C. COELHO. 2008. Produção de mudas de alface crespa em diferentes tipos de bandejas, em Várzea Grande-MT. **Horticultura Brasileira** 26: S1036-S1041.

MALGA, O; CHÁVEZ, D; CARRANZA, F; WILHELMINA, K. 2011. **Seminario de Agronegocios Lechugas hidropônicas**. Universidad Nacional Del Pacífico.

MARQUES, P.A.A.; P.V. BALDOTTO; A.C.P. SANTOS y L. OLIVEIRA. 2003. **Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 4, p. 649-651.

- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; H.S. FERNANDES; C.R. MAUCH 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., G. REYD, J. C. SIMON y T. BOULARD. 1995. **The microclimate under Agril P17 for growing lettuce**. Plasticulture, 107: 4-12
- MINAMI, K. 1995. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 135 p.
- MODOLO, V. A. y J. TESSARIOLI NETO. 1999 **Desenvolvimentos de mudas de quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L). Moench] em diferentes tipos de bandeja e substrato**. Scientia Agricola, v. 56, n. 2, p. 377-381.
- MORMENEO I.; CANTAMUTTO, M.A.; PERALTA, O. y GAIDO, E. 2001. **Cultivo invernal de apio com protecciones térmicas**. Rev. Arg. De Agrometeorología, 1 (2):49-52.
- NESMITH, D. S. y J. R. DUVAL. 1998 **The effect of container size**. HortTechnology October-December 1998 8(4).
- PARKER, J., C. MILER, T. MURRAY y W. SNYDER. 2012. **How to Install a Floating Row Cover**. Washington State University Extension.
- PIMPINI, F., LAZZARIN, R., CHILLEMI, G. 2002. Aspetti generali. p. 21-43. In. I. De Maria, I. Lavezzo, A. Tadiotto (eds). Il Radicchio Variegato di Castelfranco. Veneto agricoltura, Veneto, Italia.
- POLLARD, J. E. y C. M. CUNDARI. 1988. **Over-wintering strawberry plants under rowcovers increases fruit production**. HortScience, 23:332 – 333.
- RESENDE, G.M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A. C.; RODRIGUES JUNIOR, J. C. 2003 **Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana**. Horticultura Brasileira, Brasília, 21 (3): 558-563.
- SÁ, G. D. y REGHIN, M. Y. 2008. **Desempenho de duas cultivares de chicória em três ambientes de cultivo**. Ciência e Agrotecnologia, v.32, p.378-384.

SALAS, F.J.S; MORAES, C.A.P.; GARCIA, S.: SABUNDJIAN, T.T. 2008. **Evaluación del cultivo protegido por manta térmica en la cultura de lechuga y su desempeño en diferentes tipos de aplicaciones.** Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal. Sao Paulo, Brasil.

SEABRA JUNIOR, S.; J. GADUM; L.F. VILLANI PURQUERIO; L.M. GONÇALVESTELLES ; N.DA SILVA y R. GOTO. 2002. **Produção de alface americana em função de tipos de bandeja.** UNESP-FCA, Departamento de Produção Vegetal/Horticultura. Botucatu, Brazil.

SILVA, S. y R. KATHERINE. 2004 **Evaluar tres tamaños de celdillas de bandejas de speedling, sobre la calidad de las plántulas y la producción de una variedad de lechuga (*Lactuca sativa* L.) tipo escarola.** Tesis (Ing. Agr.). Santiago, Chile. p 89.

SUÁREZ-REY, Elisa M. 2009. **Producción de ajo tierno bajo cubiertas flotantes de manta térmica.** Revista horticultura p. 1-9. España.

TRAUNFELD, J. 2011. **Floating row cover - an organic gardening tool that improves plant growth and excludes pests.** En: Grow it eat it. Maryland's food gardening network. Extension Specialist, University of Maryland.

T&T VEGETABLES SEEDS. 2006. Vegetable news N° 3. En: <http://www.vegetableseeds.it/cataloghi/7luglio/NEWS3.pdf>. Consultado: 20/03/2014.

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.

USDA. 2011. **Floating Row Cover.** Community Garden Guide. Season Extension.

VAVRINA, C.S. 1995. **An introduction to the production of containerized vegetable transplants.** Univ. of Florida, Gainesville, Coop. Ext. Serv., Bul. 302.

VAVRINA, C. 2004. Transplant production. Horticultural Sciences Department, University of Florida. Available at <http://www.edis.ifas.ufl.edu/pdf/CV/CV10400.pdf>. Consultado: 05/02/2014.006.

VIGLIOLA, M. 1996. **Manual de Horticultura.** 2^{da} Edición. 3^{ra} Reimpresión. Hemisferio Sur. Buenos Aires.

WELLS, O. S. y J. B. LOY. 1985. **Intensive vegetable production with row covers.** HortScience, 20:822 – 826.

WIEN, H. C. 1997. **The physiology of vegetable crops.** CABI Publishing.

WOLFE, D. W.; L. D. ALBRIGHT y J. WYLAND. 1989. **Modelling row cover effects on microclimate and yield. I. Growth response of tomato and cucumber.** JASHS, 114(4): 562-568.

ANEXOS



Producción de plantines en bandejas de germinación. CAMDOCEX, UNRC.
Río Cuarto, Córdoba.



Lavado y pesaje de plantines. Laboratorio de Horticultura UNRC. Río Cuarto, Córdoba.



Cultivo de lechuga bajo invernadero. CAMDOCEX UNRC. Río Cuarto, Córdoba.



Medición de radiación fotosintéticamente activa. CAMDOCEX UNRC.
Río Cuarto. Córdoba.



Cosecha del cultivo. De izquierda a derecha: plantas provenientes de celdas de 7 cm^3 , 13 cm^3 y 24 cm^3 . CAMDOCEX, UNRC. Río Cuarto, Córdoba.