



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final presentado

Para optar por el Grado de Ingeniero Agrónomo

**Volumen de contenedores y protección con manta
térmica en la producción del cultivo de lechuga a campo**
(Lactuca sativa L.)

Gerardo Mauricio Debrandi

32.210.579.

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

Co-director: Ing. Agr. Diego Ramos

Río Cuarto- Córdoba

Junio 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: **Volumen de contenedores y protección
con manta térmica en la producción del cultivo de lechuga a campo**

(Lactuca sativa L.)

Autor: Gerardo M. Debrandi DNI: 32.210.579

Director: Ing Agr. MSc. Grosso, Liliana E.

Co - Director: Ing .Agr. Diego Ramos.

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

Ing. Agr. Susana Viale _____

Ing. Agr. Sergio Estévez _____

Ing. Agr. Liliana Grosso _____

Fecha de Presentación: ____/____/____

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____

Secretario Académico

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi familia:

A mi mamá Cristina Perè y a mí papá Juan Debrandi, por su apoyo permanente, por escucharme y aconsejarme en todas las decisiones, por el esfuerzo que realizaron para que pudiera venir a Rio Cuarto, y así realizar una carrera universitaria.

A mi hermano, Julio Debrandi, por su apoyo permanente a lo largo de estos años de estudiante.

A mis abuelos paternos, Duilio y Raquel, que siempre me apoyaron y me aconsejaron en todo momento.

A mi abuela materna, Tita, por estar siempre a mi lado y apoyarme en todo momento.

A Hugo Gallardo, que también aportó a mi inclinación por esta actividad y que durante toda la carrera me apoyó y aconsejó.

AGRADECIMENTOS

Les agradezco de manera especial a Fabricio Salusso ,Diego Ramos y a Liliana Grosso, por permitirme realizar esta instancia en la cátedra de Horticultura, por su apoyo y predisposición para poder culminar la tesis. Simplemente gracias, por compartir sus conocimientos, su tiempo, por los mates, chistes 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 Juan Pablo Gonzales y Federico Terráneo, por compartir las actividades de campo y hacer todo el trabajo mucho más fácil.

Cabe agradecer también a Eber Barroso, Matias Martin, EmanuelCerrano y Franco Orozco, por hospedarme y compartir momentos durante mi último tramo en la universidad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CULTIVO DE LECHUGA.....	1
PRODUCCIÒN DE PLANTINES.....	2
MANTA TÈRMICAS.....	5
HIPÒTESIS.....	8
OBJETIVOS.....	9
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
CARACTERIZACIÒN AMBIENTAL.....	10

DETERMINACIÒN DE LAS VARIABLES QUE DEFINEN LA CALIDA DEL PLANTIN.....	11
CUANTIFICACIÒN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES EN EL MICROCLIMA DEL CULTIVO DE LECHUGA.....	12
Radiaci3n fotosint3ticamente activa.....	14
Temperatura del aire.....	15
Humedad relativa del aire.....	15
Temperatura del suelo.....	15
INTERACCIÒN DE LAS DIFERENTES BANDEJAS DE GERMINACIÒN Y USO DE LA MANTA TÈRMICA SOBRE LA EVOLUCIÒN DE LA BIOMASA AEREA Y EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO.....	15
RESULTADO Y DISCUSIONES.....	16
1-EVALUACIÒN DEL VOLUMEN DE CELDA POR MEDIO DE LA CALIDAD DEL PLANTIN.....	16
1.1 N° de hojas, altura del plantin y longitud de raices.....	16
1.2 Peso fresco y seco de los plantines.....	17
2-USO DE MANTA TÈRMICA EN LA PROTECCIÒN DEL CULTIVO.....	18
2.1 Radiaci3n fotosint3ticamente activa (R.F.A).....	18
2.2 Temperatura del aire.....	19
2.3. Humedad relativa del aire.....	20

2.4.Temperatura del suelo.....	21
3.EVOLUCIÓN DE LA BIOMASA AEREA DEL CULTIVO Y RENDIMIENTO A COSECHA.....	22
3.1 Biomasa aérea del cultivo en peso fresco y seco.....	22
3.2 Rendimiento a cosecha.....	24
CONCLUSIONES.....	25
BIBLIOGRAFIA.....	26
ANEXOS.....	32

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Descripción del perfil de suelo del Campo de Docencia y Experimentación (U.N.R.C.).....	10
Tabla 2. Valores promedios de N° de hojas, altura de plantín y longitud de raíces para cada uno de los tratamientos.....	16
Tabla 3 Peso fresco de la parte aérea, raíces y total de los plantines promedios al trasplante obtenidos para los diferentes volúmenes de celda.....	17
Tabla 4 Temperatura promedio del suelo (°C) a diferentes profundidades en cada tratamiento las situaciones con manta y sin manta térmica.....	21
Tabla 5.Rendimientos de peso fresco y seco (t ha ⁻¹).....	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño del experimento completamente aleatorizado.....	12
Figura 2. Diseño experimental en parcelas dividida.....	13
Figura 3 Temperatura registrada a diferentes profundidades.....	22
Figura 4 Evolución de la producción de biomasa aérea en peso verde individual.....	23
Figura5 Evolución de la producción de biomasa aérea en peso seco individual	23

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la calidad de plantines de lechuga en bandejas de germinación de diferente volumen de celdas y el efecto de la manta térmica como protección del cultivo a campo durante la temporada de otoño-invierno, se sembró en invernadero un cultivar de lechuga tipo mantecosa (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*). Se utilizó un diseño experimental al azar, siendo los tratamientos los diferentes volúmenes de celdas: 24 cm³; 13 cm³ y 7 cm³ y se evaluó el número de hojas, la longitud de raíces (mm), la altura de plantín (mm), el peso fresco y seco de la parte aérea (g) y el peso fresco y seco de las raíces (g) al momento del trasplante. Los resultados en la etapa de plantín mostraron que las celdas de mayor volumen tuvieron un mejor desempeño en todas las variables, llegando antes al momento indicado para la operación de trasplante. Los plantines obtenidos se trasplantaron a campo 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 anteriores. El marco de plantación utilizado fue de 0,35 m entre hileras y 0,25 m entre plantas y el riego fue con sistema de goteo. En el ensayo se evaluó: radiación fotosintéticamente activa (RFA), temperatura del aire, humedad relativa del aire y temperatura edáfica. El uso de manta térmica modificó el comportamiento de las principales variables ambientales, incrementando la temperatura y humedad relativa del aire y la temperatura del suelo bajo la manta térmica, y a pesar que generó una disminución de la RFA, no afectó el crecimiento y desarrollo del cultivo. Los resultados a cosecha mostraron que utilizando mayores volúmenes de celdas en combinación con la utilización de manta térmica lograron aumentar el rendimiento final del cultivo en peso fresco comercial.

SUMMARY

In order to evaluate the quality of lettuce seedlings in trays of germination with different cell volume and the effect of the thermal blanket as a protection to the crop at field during autumn-winter, a lettuce's cultivar type butterfly (*Lactuca sativa* L. var *capitata*) was planted in a greenhouse. It was used a randomized design, being the treatments different volumes of cells: 24 cm³; 13 cm³ and 7 cm³ and it was evaluated the number of leaves, root length (mm), seedling height (mm), fresh and dry weight of the aerial part (g) and fresh and dry weight of roots (g), at transplant . The results, in seedling stage, showed that the cells of higher volume performed better in all variables, reaching earlier the right time for the transplant operation. The obtained seedlings were transplanted to field following a split plot experimental design: with thermal blanket and without thermal blanket, while the subplots corresponded to the volume of the previous cells. The plantation frame used was 0.35 m. between rows and 0.25 m. between plants and the irrigation was with drip system. In the essay was evaluated: photosynthetically active radiation (PAR), air temperature, relative humidity and soil temperature. The use of thermal blanket changed the behavior of the main environmental variables, increasing the temperature and relative humidity of the air and the soil temperature under the thermal blanket, and although a decrease of PAR happened, it did not affect the growth and development of the crop. The results at harvest showed that using high volumes of cells in combination with the use of thermal blanket allowed to increase the final crop yield in commercial fresh weight.

INTRODUCCIÓN

CULTIVO DE LECHUGA

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

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 fotoperiodo largo (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 (Malgaet *et al.*, 2011).

La lechuga es el cultivo más importante dentro del grupo de las hortalizas de hoja; diversidad dada principalmente por diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas (Ferrato *et al.*, 2010).

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 cuarto 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 500 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 (*Erucavesicaria*) y Achicoria (*Cichorium intybus*), dentro de las

Crucíferas las principales son Repollo (*Brassicaoleraceavar. capitata*), Coliflor (*Brassicaoleraceavar. botrytis*) y Brócoli (*Brassicaoleraceavar. Itálica*) (Grosso *et al.*, 2014).

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.

PRODUCCIÓN DE PLANTINES

El inicio de un cultivo de lechuga 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). También posibilita 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).

Las bandejas multiceldas con su diseño normalizado, fabricadas en poliestireno especial, lisas, y con presencia de estrías, facilitan la extracción del plantín, evitando el enlramiento 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).

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. Sin embargo, no queda 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).

El crecimiento de la raíz, 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 Pimpiniet *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.

Alamoet *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 arropollada, 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 TrêsPontas, (Brasil), evaluaron la influencia de distintos tipos de contenedores y edad del trasplante en plantines de lechuga 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.

Juriet 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 cresa 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 cultivo.

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 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 (BarrosJúnior *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 (Mermieret *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).

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. El cultivo de lechuga bajo la cubierta presentaban una mayor superficie foliar que el 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 *et al.*, 2009).

López *et al.*, (2002) encontraron que el uso de manta térmica provoca una pérdida de transmisividad del orden del 15% de la RFA, siendo similares los resultados encontrados por Sá y Reghin, (2008) quienes en cultivo de achicoria obtuvieron valores de 73,9% de transmisividad en Ponta Grossa (Brasil), el mismo efecto fue encontrado por Feltrimet *al.*, (2006). Por su parte, Guiñazú *et al.*, (2011) en ensayos sobre ajo colorado para la región de Cuyo midieron trasmisividad de un 55 a 62% de la RFA.

Otros 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).

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).

Suaréz-Rey *et al.*, (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.

Salas *et al.*, (2008) observaron una mayor producción de materia verde 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 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.

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, principalmente durante las épocas de otoño, invierno y primavera, cuando es frecuente la ocurrencia de heladas 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.

HIPÓTESIS

- La calidad del plantín de lechuga determinada por la biomasa aérea y radicular está relacionada positivamente con el volumen de celda de las bandejas de germinación.
- El uso de manta térmica modifica el microambiente de cultivo de lechuga a campo generando una disminución de la radiación 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

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El objetivo del ensayo es evaluar el rendimiento de un cultivo de lechuga como resultado de la interacción entre la utilización de plantines provenientes de diferentes bandejas de germinación y la modificación del ambiente de cultivo mediante el uso de manta térmica, como medida de protección a campo, durante la temporada de otoño-invierno en las condiciones del cinturón hortícola de Río Cuarto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las variables que definen la calidad del plantín (número de hojas, longitud de raíces, altura de plántula, peso verde y seco de la parte aérea y raíces) como indicadores del volumen de celda más adecuado de las diferentes bandejas de germinación.

Cuantificar las variables ambientales (radiación, humedad relativa del aire, temperatura del aire y temperatura del suelo) en el microambiente de un cultivo de lechuga a campo con cobertura de manta térmica y sin manta térmica.

Analizar el efecto combinado de diferentes bandejas de germinación y el uso de manta térmica a campo sobre la evolución de la biomasa aérea durante el ciclo del cultivo de lechuga y su rendimiento a cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

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 msnm), Departamento Río Cuarto, Córdoba (Argentina).

El Departamento Río Cuarto 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 de tipo monzónica, 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 media anual: 23,1°C; temperatura mínima media anual: 10,2 °C; temperatura media anual: 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).

La zona presenta un paisaje de planicies intermedias con relieve normal-subnormal, suavemente ondulado a ondulado con pendientes largas, de gradientes entre 0,5-1%. En el sitio donde se realizó el ensayo el suelo es de textura franco arenoso, clasificado como Haplustol típico y de actitud agrícola (Cantero *et al.*, 1986). La descripción del perfil de suelo se detalla a continuación

Tabla 1. Descripción del perfil de suelo del Campo de Docencia y Experimentación (U.N.R.C.)

Horizontes	Profundidad (mm)	Da (gr.cm ⁻³)	Wc (cm ³ .cm ⁻³)	Wm (cm ³ .cm ⁻³)	Wu (cm ³ .cm ⁻³)
A1	0 – 50	1,23	25,49	10,44	15,04
A2	51 – 200	1,32	28,67	14,34	14,34
Bw1	201 – 360	1,36	30,18	14,12	16,06
Bw2	361 – 600	1,26	24,71	11,45	13,26
BC	601 – 810	1,26	22,54	10,19	12,35
C	811 – 990	1,26	23,34	9,99	13,34

Referencias: Da: densidad aparente del suelo. Wc: contenido volumétrico de agua a -0,3bares. Wm: contenido volumétrico de agua a -15 bares. Wu: contenido volumétrico de agua útil. Datos recopilados, Rivetti(2004)

DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES QUE DEFINEN LA CALIDAD DEL PLANTÍN

El proyecto se llevó a cabo durante un ciclo de producción otoño-invernal del cultivo de lechuga. La variedad de lechuga empleada fue tipo mantecosa (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*), iniciándose la siembra en bandejas de germinación el día 23 de Mayo del 2013, en el cual se colocaron en invernadero hasta el momento de trasplante a campo, el cual se efectuó a los 56 días después de la siembra.

Los tratamientos que se evaluaron corresponden a bandejas de germinación de diferente volumen de celdas, siendo éstas de 7, 13 y 24 cm³

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 3 (tres) tratamientos y 4 (cuatro) repeticiones. La unidad experimental se corresponde con el tamaño de cada bandeja de germinación (54,5 cm de largo y 28 cm de ancho). Figura 1.

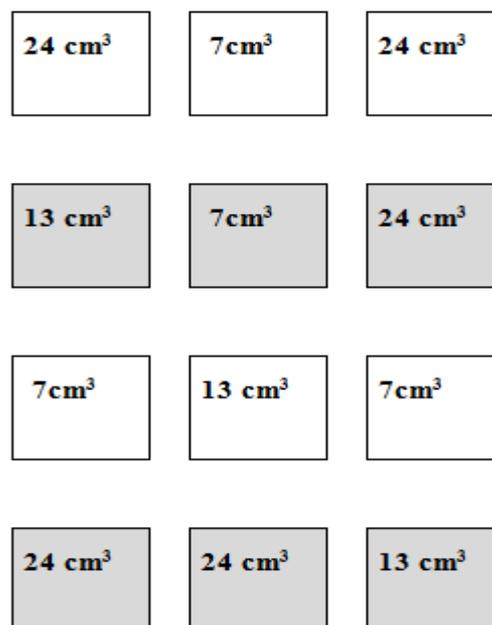


Figura 1. Diseño del experimento completamente aleatorizado.

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 lograron 4 a 6 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 determinaron en forma visual el número de hojas, considerando solo aquellas que se encuentren 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 utilizando una balanza marca Mettler BB240. Para la determinación del peso seco previamente las muestras se llevaron a estufa a 70 °C durante 48 hs o hasta lograr peso constante.

CUANTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES EN EL MICROCLIMA DEL CULTIVO DE LECHUGA

La preparación de la parcela de ensayo previo al trasplante se realizó en forma mecánica mediante el uso de una de rastra de discos de doble acción y se nivelaron manualmente con el uso de azadas. Los tratamientos en la etapa de campo se correspondieron con los volúmenes deceldas 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 cm³ con manta térmica
- Volumen de 13 cm³ con manta térmica
- Volumen de 7 cm³ con manta térmica
- Volumen de 24 cm³ sin manta térmica
- Volumen de 13 cm³ sin manta térmica
- Volumen de 7 cm³ sin manta térmica

La densidad de la manta térmica utilizada fue de 17 g m⁻² y se colocaron 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 cm³, 13 cm³ y 7 cm³.

Las parcelas divididas se arreglaron en un diseño de bloques totalmente aleatorizados con 3 repeticiones. El tamaño de las subparcelas fue de 4,37 m². La unidad de muestreo, descartando las borduras, fue de 1,57 m². Figura 2. El marco de plantación utilizado a campo fue de 0,35 m entre hileras y 0,25 m entre plantas.

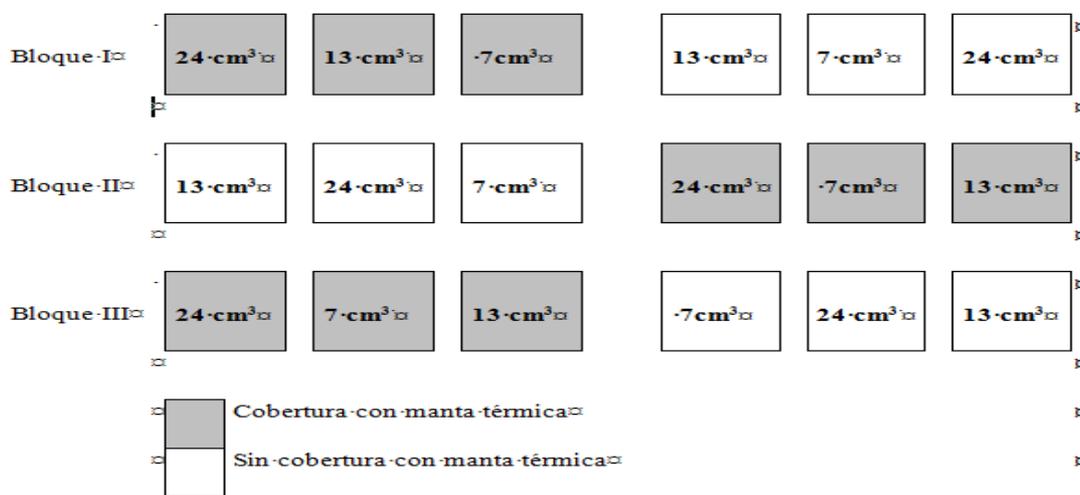


Figura 2. Diseño experimental en parcelas divididas.

El momento de riego fue cuando el agua útil en los primeros 50 cm del perfil de suelo disminuía hasta un 60% de su valor total. Para ello, luego de alcanzar la condición de capacidad de campo mediante la aplicación de un riego inicial, corroborado a través del método propuesto por Gill y Martelotto (1993), se realizó un seguimiento de la evapotranspiración real del cultivo (ETR) mediante la ecuación 1:

$$ETR = ETP \times Kc$$

ETR: Evapotranspiración Real (mm.día⁻¹)

ETP: Evapotranspiración Potencial (mm.día⁻¹)

Kc: Coeficiente de cultivo

La evapotranspiración potencial (ETP) fue proporcionada por la estación meteorológica ubicada en el Campo de Docencia y Experimentación de la U.N.R.C. Una vez alcanzado el umbral mencionado, señalado por la pérdida de agua por evapotranspiración real del cultivo, se efectuaron la aplicación de un riego hasta lograr capacidad de campo estableciendo así una condición sin estrés hídrico durante el ciclo del cultivo.

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 colocó cintas de riego por goteo mediante el uso de conectores y se dispusieron en cada una de las hileras de plantación con goteros distanciados a 10 cm. El caudal de los goteros fue de 0,85 l.h⁻¹.

Para evaluar las modificaciones que genera la utilización de la manta térmica se efectuaron mediciones de radiación fotosintéticamente activa (RFA), temperatura del aire, humedad relativa del aire y temperatura del suelo durante el ciclo del cultivo en el microclima protegido por la manta térmica y fuera de la misma.

Radiación fotosintéticamente activa (RFA)

Se determinaron la fracción de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) interceptada por la manta térmica y el cultivo. 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 con manta térmica se midió la radiación por encima de la manta, por debajo de ésta y encima del canopeo del cultivo, y por debajo del canopeo del cultivo. Para los tratamientos sin manta térmica las mediciones se efectuaron por encima del canopeo del cultivo y por debajo del mismo. En todas las situaciones se realizaron 3 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 interceptación de la RFA por parte de la manta térmica se determinará mediante la ecuación 2:

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

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

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

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

Temperatura del Aire

La temperatura del aire se midió utilizando un Termo- higrómetro digital marca Skywatch (Atmos) en forma manual con 3 repeticiones, colocando el instrumento a 15 cm de 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.

Humedad Relativa del Aire

La humedad relativa del aire se midió de igual manera y al mismo tiempo que la temperatura del aire, ya que se utilizó el mismo instrumento que brinda ambas variables.

Temperatura del Suelo

La temperatura del suelo se determinó a 5, 10, 15 y 20 cm de profundidad, los datos se obtuvieron mediante el empleo de un geotermómetro. La frecuencia fue semanal desde el trasplante hasta la cosecha del cultivo.

INTERACCIÓN DE LAS DIFERENTES BANDEJAS DE GERMINACIÓN Y USO DE MANTA TÉRMICA SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LA BIOMASA AÉREA Y EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO

Durante el ciclo del cultivo a campo se determinó la evolución de la producción de biomasa en peso fresco y seco individual de la parte aérea. Las mediciones se realizaron semanalmente extrayendo en forma manual un total de 12 plantas de cada tratamiento, cortándose las mismas a nivel del suelo con un elemento filoso sin evaluar raíces. El momento de la cosecha definitiva del cultivo estuvo determinado por los requerimientos del mercado local respecto a la variedad en estudio, siendo el diámetro de planta de entre 25 y 30 cm.

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

Todos los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante la utilización del programa Infostat (Di Rienzo, 2011), aplicando ANAVA y análisis de comparación de medias con el test de LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1-EVALUACIÓN DEL VOLUMEN DE CELDA POR MEDIO DE LA CALIDAD DEL PLANTÍN.

Nº de hojas, altura de plántula y longitud de Raíces

La utilización de diferentes volúmenes de celdas en la producción de plantines, reveló un efecto significativo en las variables analizadas en la tabla 2. El número de hojas, altura de plántula y longitud de raíces mostraron una respuesta positiva al incremento en el volumen de celdas en las bandejas.

En el número de hojas se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los tres tratamientos evaluados, logrando alcanzar un mayor número de hojas, en menor tiempo en las bandejas con celdas de 24 cm³, seguidos por los obtenidos en 13 cm³ y por último el de 7 cm³.

Con respecto a la altura del plantín, se encontraron diferencias estadísticamente significativas a favor de las celdas de mayor volumen 24 cm³ y 13 cm³, con respecto a las celdas de menor volumen 7 cm³. Las celdas de 24 cm³ y 13 cm³ no se diferenciaron estadísticamente, si se apreció una tendencia a favor de las celdas de 24 cm³.

El análisis de la longitud de raíces se encontró diferencias estadísticamente significativas a favor de las celdas de 24 cm³, con respecto a las celdas de 13 cm³ y 7 cm³, las cuales no se diferenciaron estadísticamente significativas entre sí.

Tabla 2: Valores promedios de Nº de hojas, altura de plantín y longitud de raíces para cada uno de los tratamientos.

Volumen	Nº de hojas	Altura de plantín cm	Longitud de raíces cm
24 cm ³	5,70 a	4,18 a	13,38 a
13 cm ³	4,80 b	3,32 a	9,65 b
7 cm ³	3,80 c	3,05 b	7,75 b
r ²	0,62	0,53	0,53
c.x.	13,57	13,52	22,74
p value	<0,0001	<0,0001	<0,0001

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

Cuando se alcanza con mayor rapidez el número de hojas adecuado, la altura del plantín y la longitud de raíces 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, problemas de restricción radicular, costos de producción, entre otros.

Los resultados obtenidos coinciden con los resultados hallados por Marques *et al.*, 2003 quienes obtuvieron en lechuga valores de 5,45 (a); 5,00 (b) y 4,55 (c) hojas para celdas de 25,09, 12,39 y 7,93 cm³. Resultados similares lograron Seabraet *al.*, (2002); Resendeet *al.*, (2003); Machado *et al.*,(2008) en el mismo cultivo.

1-1 Peso Fresco y Seco de los Plantines

Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un mayor peso fresco y seco total al trasplante de los plantines obtenidos en bandejas con celdas de 24 cm³, un desarrollo intermedio revelaron aquellos que crecieron en celdas de 13 cm³, y el peor desempeño se produjo en las celdas de 7 cm³. Estas tendencias fueron similares al analizar peso fresco y seco de parte aérea y raíces.(Tabla 3)

Tabla 3: Peso fresco de la parte aérea, raíces y total de los plantines promedios al trasplante obtenidos para los diferentes volúmenes de celdas.

Volumen	Peso parte aérea (g.)		Peso raíces (g.)		Peso total (g.)	
	Fresco	Seco	Fresco	Seco	Fresco	Seco
24 cm ³	0,55 a	0,09 a	0,36 a	0,04 a	0,91 a	0,13 a
13 cm ³	0,34 b	0,06 b	0,23 b	0,03 b	0,57 b	0,08 b
7 cm ³	0,21 c	0,03 c	0,15 b	0,01 c	0,36 c	0,05 c
r ²	0,69	0,63	0,43	0,50	0,63	0,65
c.v.	27,12	31,40	41,62	37,02	29,41	29,25
p value	<0,0001	<0,0001	0,0005	0,0001	<0,0001	<0,0001

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

La menor disponibilidad de los recursos en las celdas de 7 cm³ tuvo una implicancia significativa sobre el crecimiento de las raíces y esto repercutió en el crecimiento de la parte aérea de los plantines.

Los resultados encontrados son coincidentes a los obtenidos por Resende *et al.*, (2003) quienes evaluaron plantines de lechuga tipo arrepollada. Machado *et al.*, (2008) en lechuga tipo crespa obtuvieron valores en peso fresco de parte aérea y peso fresco coincidente con los resultados obtenidos.

En síntesis, utilizar bandejas de germinación con celdas de 24 cm³ permitió obtener plantines de lechuga de mejor calidad para ser trasplantados en períodos de tiempo menores en condiciones de producción otoño-invernal local.

2. USO DE MANTA TÉRMICA EN LA PROTECCIÓN DEL CULTIVO

La utilización de la manta térmica como medida de protección del cultivo de lechuga a campo produjo modificaciones en las principales variables ambientales implicadas en el crecimiento y desarrollo del cultivo. La temperatura y humedad del aire se incrementaron respecto a la del aire libre, mientras que la radiación fotosintéticamente activa incidente sobre el cultivo disminuyó. A continuación se analizan en detalle sus efectos sobre el comportamiento de cada variable.

2-1 Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA)

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

Una vez colocada la manta térmica a campo las mediciones de RFA efectuadas durante el ciclo del cultivo indicaron una trasmisividad con manta térmica de 68,8 % en promedio a lo largo del ciclo. Para la misma densidad de material, Guñazú *et al.*, (2011) en ensayos sobre cultivo de ajo para la región de Cuyo midieron trasmisividades de 55 a 62%. Domingues de Sá y Reghin, (2008) en cultivo de achicoria obtuvieron valores de 73,9% en

Ponta Grossa (Brasil) y Suarez Rey *et al.*, 2009 valores de 65% en cultivo de ajo realizado en Andalucía (España).

La disminución de la RFA incidente sobre el cultivo podría constituir un posible perjuicio de la manta térmica afectando la actividad fotosintética del cultivo y su capacidad de síntesis de compuestos orgánicos. Sin embargo, como se detallará más adelante, el impacto que tuvo la manta sobre la producción fue positivo, aumentando considerablemente en el rendimiento al final del ciclo. Consecuentemente, es probable que la magnitud de la interceptación de la RFA por parte de la manta térmica no alcance a valores críticos que afecten el crecimiento del cultivo para las condiciones de producción otoño-invernales que se presentan en la zona.

2-2 Temperatura del Aire

Los resultados de las mediciones expresaron un incremento promedio de la temperatura del aire de 1,8°C en el microclima protegido con la manta térmica en comparación a la situación sin manta térmica. 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).

Este incremento diferencial de la temperatura 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. Por su parte, Abbes (1986) midieron en cultivo de lechuga protegido con manta térmica incrementos promedios en temperatura de 1,3°C y 2°C respectivamente.

Considerando lo expresado por Sarli, 1980; Vigliola, 1996; Di Benedetto, 2005 las temperaturas elevadas y sus fluctuaciones muy marcadas pueden favorecer la floración prematura y afectar el desarrollo de cogollos compactos en las variedades de cabeza. Siendo este comportamiento más acentuado en fotoperiodos largos, deteriorándose la calidad del cultivo rápidamente debido a la acumulación de látex amargo en su sistema vascular (Whitaker *et al.*, 1974; Maroto Borrego *et al.*, 2000; Di Benedetto, 2005; FAO, 2006).

Considerando a estos, ante la ocurrencia de un período de elevadas temperaturas en la primavera temprana sería entonces conveniente retirar la protección con mantas del cultivo, al menos circunstancialmente, para evitar estos fenómenos que van en detrimento del rendimiento.

2-2 Humedad Relativa del Aire

El análisis de la humedad relativa del aire reveló que la manta térmica ejerció una importante modificación de ésta variable en el microclima de cultivo. Los resultados recolectados con la manta siempre fueron superiores respecto a la humedad del aire exterior, en promedio los valores alcanzados fueron de 8,8 % superiores en el microclima protegido.

Como ya se demostró con anterioridad, la temperatura del aire con manta térmica es mayor respecto a la exterior, esto definitivamente impacta sobre el contenido de humedad relativa del aire, ya que este factor tiene una correlación directa con su temperatura, y a medida que ésta incrementa aumenta su capacidad para contener vapor de agua. Cuando el aire se enfría si contiene suficiente humedad una parte se condensa antes que la temperatura descienda por debajo de cero grado centígrado. El calor desprendido en esa condensación retrasa el proceso de enfriamiento, reduciendo el efecto de la baja temperatura sobre el cultivo (Fuentes Yagüe, 1987).

La aparición de rocío o hielo frena el enfriamiento del aire por liberación de calor latente del agua al condensarse (600 cal g^{-1}) o al congelarse (80 cal g^{-1}). Esta energía no es suministrada si el aire está seco y 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).

Al existir una mayor cantidad de vapor de agua en el microclima con manta térmica, es menor la pérdida neta de calor radiactivo hacia el ambiente exterior y más lenta la caída de temperatura en la noche, debido que el vapor de agua absorbe parte de la radiación de onda larga emitida por la superficie del suelo, regulando la emisión de calor, y reduciendo los riesgos de ocurrencia de una helada.

Por otro lado, coincidiendo con lo manifestado por Mermieret *al*, (1995); Fitzgerald y Stiltz, (2005), se observó una reducción total de la incidencia del viento en el ambiente protegido por la manta térmica, esto indudablemente generó una menor remoción de la humedad del aire, siendo esta característica destacable al considerar la elevada frecuencia de vientos presentes durante la época invernal en las condiciones de cultivo de Río Cuarto.

Además, se observó que en situaciones de muy baja temperatura la ocurrencia de una helada en el ambiente protegido por la manta térmica fue inevitable, pero a pesar de ello, el proceso de descongelamiento de las plantas de lechuga fue significativamente más lento

respecto a las del exterior, ya que se encuentran más expuestas a la radiación solar y la presencia de viento.

En resumen, el aumento de la humedad relativa del aire con manta térmica no solo contribuiría a reducir la probabilidad de ocurrencia de una helada, sino que además, si no puede evitarse, un descongelamiento paulatino permitiría a la planta recuperarse más lentamente ante el proceso de deshidratación que genera el fenómeno y sufrir menos sus efectos

2-4 Temperatura del Suelo

El análisis de los resultados de la temperatura del suelo a las profundidades de 5 cm, 10 cm, 15 cm y 20 cm reveló un aumento en la condición con manta térmica. El aumento promedio, a los 5 cm fue de 0,2 °C, 1,63 °C a los 10 cm, 1,75 °C a los 15 cm y de 1,9 a los 20 cm.

Tabla 4. Temperatura promediodel suelo (°C) a diferentes profundidades en cada tratamiento las situaciones con manta y sin manta térmica.

Tratamientos	Profundidades (cm.)			
	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
Con manta térmica	12,75 °C	12,25 °C	12,25 °C	12,5 °C
Sin manta térmica	12,55 °C	10,63°C	10,5 °C	10,63 °C

Los resultados son similares a los encontrados por Suárez-Rey, (2009), ya que registraron aumentos de 2°C en suelo protegidos con manta 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.

En la figura 3 se muestran las diferencias de temperatura encontradas a distintas profundidades para cada situación de análisis

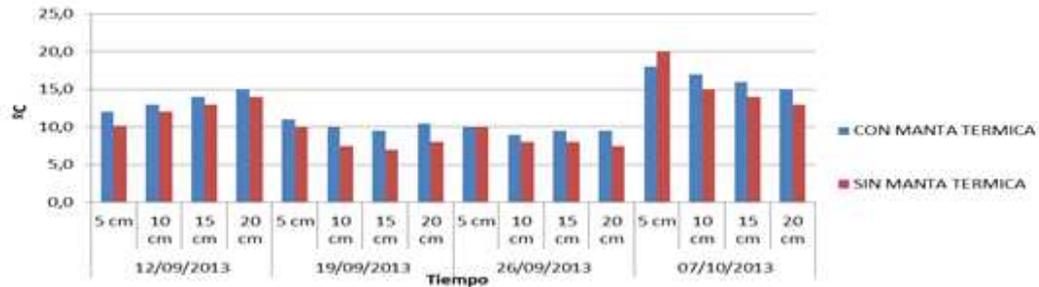


Figura 3. Temperatura registrada a diferentes profundidades.

3- EVOLUCIÓN DE LA BIOMASA AÉREA DEL CULTIVO Y RENDIMIENTO A COSECHA.

3.1. Biomasa Aérea del Cultivo en Peso Fresco y Seco

Como se muestra en la figura 4 en la evolución del peso fresco se observa que al final del ciclo del cultivo la producción de biomasa aérea fue superior con la manta térmica para todos los volúmenes analizados respecto a la condición sin manta térmica. En contraste, al analizar la evolución del peso seco de la figura 5, se observó que los aumentos para cada tipo de volumen de celdas fueron ligeramente superiores bajo la condición con manta térmica. A excepción del volumen de 24cm³ sin manta térmica que supero a los demás tratamientos.

Los resultados revelaron claramente que al momento del trasplante aquellos plantines que tienen una mayor biomasa total, como sucedió con los obtenidos en celdas de mayor volumen, respondieron finalmente con un mejor desempeño a través de una mayor tasa de crecimiento en el ciclo hasta el momento de cosecha. La interacción entre la producción de plantines en bandejas de germinación y la utilización de la manta térmica, permitió determinar que los mejores resultados productivos se obtuvieron cuando se utilizaron plantines provenientes de bandejas con celdas de mayor volumen en combinación con la utilización de manta térmica como medida de protección a campo.

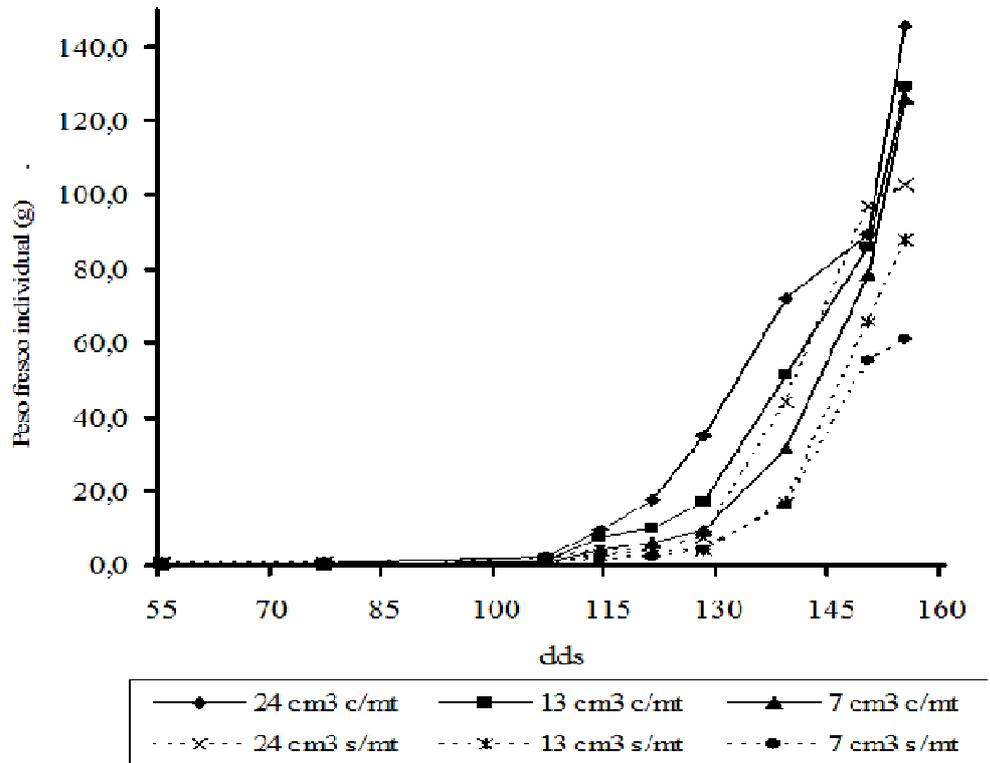


Figura 4: Evolución de la producción de biomasa aérea en peso verde individual

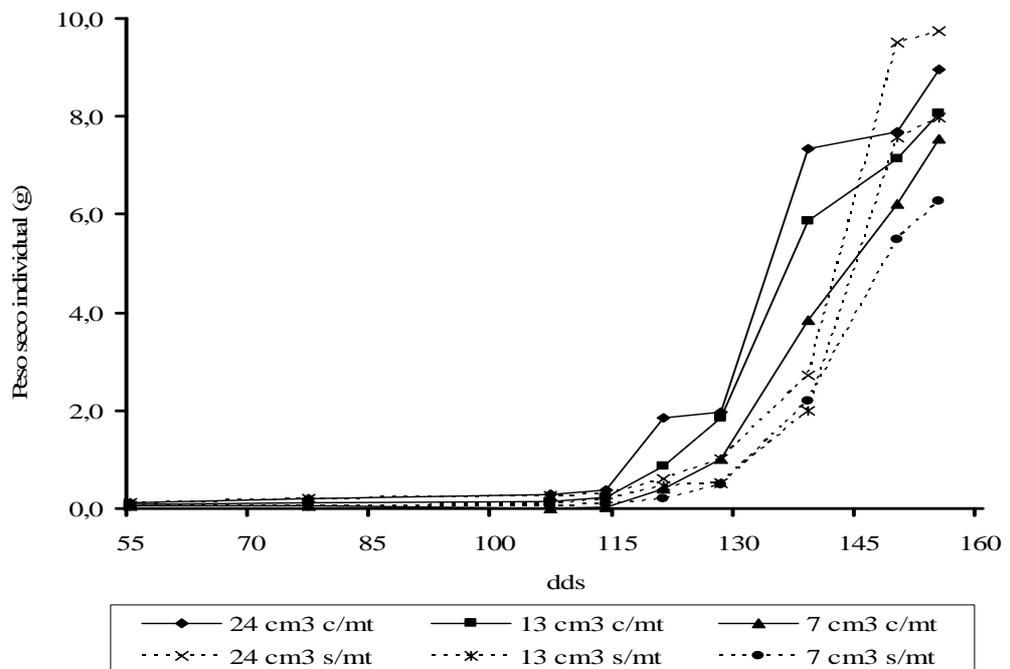


Figura 5: Evolución de la producción de biomasa aérea en peso seco individual

3.2 Rendimiento a Cosecha

Los resultados obtenidos a cosecha en peso fresco ($t\ ha^{-1}$) mostraron que los volúmenes de celda, $24\ cm^3\ c/mt$; $13\ cm^3\ c/mt$ y $7\ cm^3\ c/mt$ se diferenciaron estadísticamente del resto. La de $7\ cm^3\ s/mt$ presentó los menores rendimientos. En contraste, los rendimientos obtenidos a cosecha en peso seco ($t\ ha^{-1}$) no mostraron diferencias. Se muestran en la tabla 5

Tabla 5. Rendimientos de peso fresco y seco ($t\ ha^{-1}$)

	Rendimiento Peso fresco (tha^{-1})	Rendimiento Peso Seco (tha^{-1})
$24\ cm^3\ c/mt$	16,63 a	8,95
$13\ cm^3\ c/mt$	14,78 a	8,05
$7\ cm^3\ c/mt$	14,2 a	7,54
$24\ cm^3\ s/mt$	11,76 b	9,74
$13\ cm^3\ s/mt$	10,04 b	7,99
$7\ cm^3\ s/mt$	7,00 c	6,27
r^2	0,70	0,18
c.v.	18,04	30,60
p value	<0,0001	0,1241

Nota: c/mt : con manta térmica ; s/mt: sin manta térmica

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

CONCLUSIONES

- La utilización de bandejas con mayor volumen de celdas permitió obtener plantines de mejor calidad, con mayor número de hojas, altura, longitud de raíces y peso fresco total, llegando antes al momento indicado para la operación de trasplante.
- El uso de manta térmica modificó el comportamiento de las principales variables ambientales, incrementando la temperatura y humedad relativa del aire y temperatura del suelo bajo la manta térmica y a pesar que generó una disminución de la RFA, no afectó el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Los resultados a cosecha mostraron que utilizando mayores volúmenes de celdas en combinación con la utilización de manta térmica lograron aumentar el rendimiento final del cultivo en peso fresco comercial.

BIBLIOGRAFIA

- 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: 29-01-2015
- ADESUR. 1999. Asociación interinstitucional para El sur de Córdoba. Plante rector Secretaria técnica de Adesur. Universidad Nacional de Río 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.
- BENOIT, F. 1975. Effects of flat plastic film covering and tunnel protection on the development of early lettuce. Sci. Hort. 3:405-415 citado en ABBES, A. 1986. The effect of floating row covers on tomato and romaine lettuce. Thesis of Master of Science in Horticulture. Oregon State University.
- 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.
- CANTERO, A.; BRICCHI, E.; BECERRA, V.; CISNEROS, J. Y GIL, H. (1986). Zonificación y descripción de las tierras del Departamento Río Cuarto (Córdoba). Universidad Nacional de Río Cuarto.
- 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.

- 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.
- DEMŠAR, 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 RIENZO, J; CASANOVES, F.; GONZALEZ, L.; TABLADA, E.; DÍAZ M.; ROBLEDO, C. y M. BALZARINI. 2001. *Estadística para las Ciencias Agropecuarias*. 4ta Ed. Triunfar. Córdoba, Argentina
- DICKERSON, GEORGE W. 2009. *Row cover vegetable production technique*. Brignig
- DOMINGUES DE SÁ, G. y M. Y. REGHIN. 2008. Desempenho de duas cultivares de chicória em três ambientes de cultivo. *Ciênc. agrotec., Lavras*, v. 32, n. 2, p. 378-384.
- 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. Consultado: 25-10-2014.
- FELTRIM, A.L.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; BARBOSA, J.C. 2006. Produção de chicoria em função do período de cobertura com tecido de polipropileno. *Horticultura Brasileira*. 23: 249-254.
- FERNANDES OTTO, R.; YAMOMOT REGHIN, M.; NIESING, P. C.; ALVES REZENDE, B. L. 2010. Respostas produtivas de alface em cultivo protegido com agrotêxtil. *Bragantia, Campinas*, v. 69, n. 4. p855-860.
- 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.;
- FITZGERALD T. y M. STILTZ. 2005. *Row Covers*. Washington University. Spokane county extensión. Master gardener program.
- 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.

- GROSSO, L., D. RAMOS y F. SALUSSO. 2014. Manual de Producción Hortícola. Apuntes de clase. Cátedra de Producción Hortícola. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- GUIÑAZÚ, M., M. A. CIRRINCIONE, J. PORTELA, J. L. PORTELA y J. B. CAVAGNARO. 2011. Efecto de mantas térmicas en el crecimiento y producción de dos cultivares de ajo colorado. XXXIV Congreso Argentino de Horticultura. Libro de resúmenes. 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>. Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on Quality-Chain
- IAPICHINO, G.; F. VETRANO; A. MONCADA; S. FASCELLA Y G. INCALCATERRA. 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. XXIII. Congreso Argentino de Horticultura. Libro de resúmenes. Rosario, Santa Fe, Argentina. Pág. 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 root shoot interaction in transplants and direct seeded pepper plants. *J. Expt. Bot.* 30:249-354.
- LESKOVAR, D.I. 2001 Producción y ecofisiología del transplante hortícola. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

- LIMA IO, OLIVEIRA RAG, LIMA EO, FARIAS NMP, SOUZA EL 2006. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre espécies de *Candida*. *Rev Bras Farmacogn* 16: 197- 201.
- LÓPEZ, M. 2002. Influencia del volumen de contenedores de almácigo en el crecimiento y desarrollo de zapallo italiano (*Cucurbita pepo* L.). 55 p. Taller de licenciatura, Ing. Agr. Universidad Santo Tomás. Facultad de agronomía. Santiago, Chile. Citado en: SILVA ESCALANTE, K. 2007. Evaluación de volúmenes de alvéolos y mezclas de sustratos sobre la calidad del plantín de radicchio (*Cichorium intybus* L.) y su posterior comportamiento en campo. Tesis (IngAgr). Universidad Católica de Valparaíso. Fac. de Agronomía.
- 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 hidropónicas. Universidad Nacional Del Pacífico. Management of Fresh Vegetables: From Fork to Farm.
- MAROTO BORREGO, J. V.; A. M. GOMEZ 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.; OLIVEIRA, L. 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, outubro-dezembro 2003.
- 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.
- NESMITH, D. S. y J. R. DUVAL. 1998 The effect of container size. *Horta Technology* October-December 1998 8 (4).

- PARKER, J., C. MILER, T. MURRAY y W. SNYDER. 2012. HowtoInstall a FloatingRowCover. Washington StateUniversityExtension.
- 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 e idade de transplation de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 3, p. 558-563.
- SÁ, G. D. y REGHIN, M. Y. 2008. Desempenho de duas cultivares de chicória em três ambientes de cultivo. Ciência e Agrotecnologia, v.32, p.378-384.
- SALAS, F.J.S; MORAES, C.A.P.; GARCIA, S.: SABUNDJIAN, T.T. 2008. Evaluación del cultivo protegido por 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.
- SARLI E.A., 1980.Tratado de Horticultura. Editorial HemisferioSur S.A. 2º Ed. Buenos Aires, Argentina.
- SEABRA, S.; GADUM, J.; VILLANI PURQUERIO, L. F.; GONÇALVES TELLES L. M.; DA SILVA, N. y GOTO, R. 2002 Produção de alface americana em função de tipos de bandeja.UNESP-FCA, Departamento de Produção Vegetal/Horticultura, C. Postal 237, CEP 18603-970. Botucatu-SP, Brasil.
- SILVA, 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. Revistahorticultura p. 1-9.España

- T&T VEGETABLES SEEDS. 2006. Vegetable news N° 3. En: <http://www.vegetableseeds.it/cataloghi/7luglio/NEWS3.pdf>. Consultado: 20/03/2014.
- TRAUNFELD, J. 2011. Floating row cover - an organic gardening tool that improves plant growth and excludes pests. En: Grow it eat it. Maryland's food gardening network. Extension Specialist, University of Maryland.
- ULLÈ, J. A. 2003 Relación parte aérea- radicular en platines de lechugas en contenedor con distintos volúmenes de celdas y mezclas de sustratos. XXVII Congreso Argentino de Horticultura. Libro se Resúmenes. Villa de Merlo, San Luis, Argentina. Pàg. 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.
- 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.
- 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.; 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.

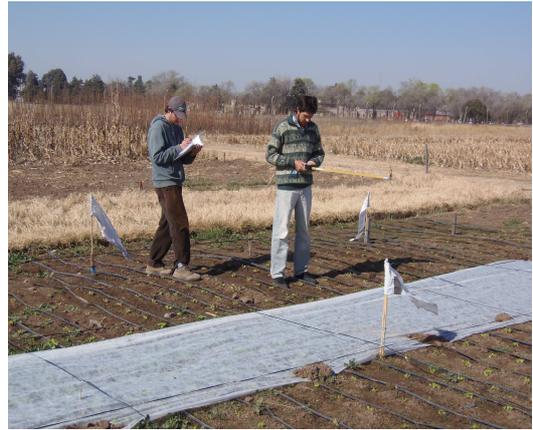
ANEXO



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



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



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



Medición de temperatura y humedad del aire. CAMDOCEX UNRC.
Río Cuarto. Córdoba.



Cultivo de lechuga a campo. CAMDOCEX UNRC. Río Cuarto, Córdoba



Momento de la cosecha. CAMDOCEX UNRC. Río Cuarto, Córdoba