



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

“Trabajo Final presentado  
para optar por el Grado de Ingeniero Agrónomo”

**Uso de manta térmica en la producción del cultivo de Espinaca  
(*Spinacea oleracea* L.)**

**SOLEDAD ELENA SALAS  
D.N.I. 32.129.139**

DIRECTOR: Ms. Sc. Ing. Agr Liliana Grosso

CO-DIRECTOR: Ing. Agr. Fabricio Salusso

Río Cuarto - Córdoba

Mayo 2015

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN

### Título del Trabajo Final: “USO DE MANTA TÉRMICA EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ESPINACA (*SPINACEA OLERACEA L.*)

Autor: Soledad Salas

DNI: 32.129.139

Director: Ms. Sc. Ing. Agr Liliana Grosso

Co-Director: Ing. Agr. Fabricio Salusso

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

Ing. Agr. Federico.D. Morla\_ \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Diego Ramos \_\_\_\_\_

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

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

Secretario Académico \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a toda mi familia, a mi mamá Liliana Fulcheri por su apoyo, por su cariño, su amor, a mi papá José María Salas que es el ángel que siempre me ha guiado y ha dado fuerzas para seguir adelante.

Principalmente a mis hermanos, Javier Salas quien fue el que creyó en mí desde el primer día, por su confianza, su apoyo incondicional que me brindó durante todos estos años de mi formación académica, María José Salas, Rodrigo Salas, Gonzalo Salas y Carolina Salas, sin dudas fueron mi apoyo emocional y sentimental durante todo este tiempo, gracias a cada uno por confiar en mí y permitirme llegar a donde llegue.

A mi novio Anibal Lee por el apoyo, la paciencia, el amor y la contención durante estos últimos años de la carrera.

Gracias a cada uno por el trabajo y esfuerzo que realizaron día a día para que pudiera hacer esta carrera.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco de manera especial a Fabricio Salusso, y Diego Ramos por permitirme realizar la tesis en la cátedra de Horticultura, por su preciado tiempo y a su esmerada dedicación en la realización de este trabajo, mostrando siempre buena predisposición ante las permanentes consultas realizadas, por su aporte y voluntad para poder finalizar la tesis. Gracias por compartir su sabiduría, por los mates y por los objetivos alcanzados.

Agradezco también a mi compañera de tesis Evangelina Suarez, gracias por los excelentes momentos vividos y compartidos, por el compañerismo, y al apoyo incondicional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
IMPORTANCIA DEL CULTIVO.....	1
Producción de espinaca en Argentina.....	2
EL CULTIVO DE ESPINACA.....	3
Descripción morfológica.....	3
Requerimientos climáticos.....	3
USO DE LA MANTA TÉRMICA.....	5
HIPÓTESIS.....	10
OBJETIVOS.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10

MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
Características del ensayo.....	11
Cuantificación de las variables ambientales en el microambiente del cultivo de espinaca.....	13
Determinación de la producción de biomasa aérea durante el ciclo del cultivo y rendimiento a cosecha.....	15
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	16
1.CUANTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES EN EL MICROAMBIENTE DEL CULTIVO DE ESPINACA.....	16
1.1 Radiación fotosintéticamente activa (RFA).....	16
1.2 Temperatura del aire.....	17
1.3 Humedad relativa del aire.....	18
1.4 Humedad del suelo.....	19
1.5Temperatura del suelo.....	19
2.EVOLUCIÓN DE LA BIOMASA AÉREA DEL CULTIVO Y RENDIMIENTO A COSECHA.....	21
2.1 Biomasa aérea en peso fresco y seco.....	21
2.2 Rendimiento a cosecha.....	23
CONCLUSIONES.....	26
BIBLIOGRAFÍA.....	27

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores promedios de trasmisividad de la RFA (%) debajo de la manta térmica durante el ciclo de producción otoño-invernal del cultivo de espinaca.....	16
Tabla 2. Valores mínimos medios y máximos de temperatura del aire °C bajo la manta en comparación a la temperatura del aire exterior.....	17
Tabla 3. Valores mínimos, medios y máximos de HR del aire bajo la manta térmica respecto al aire exterior. ....	18
Tabla 4. Valores promedios de humedad del suelo (%) a distintas profundidades durante el ciclo de producción del cultivo debido al uso de la manta térmica .....	19
Tabla 5. Temperatura promedio del suelo a diferentes profundidades para la condición sin manta y con manta térmica.....	20
Tabla 6. Rendimiento promedio en peso fresco y seco (kg.Ha <sup>-1</sup> ) para los diferentes tratamientos.....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Colocación de manta térmica sobre el cultivo de espinaca.....	11
<b>Figura 2.</b> Diseño experimental en parcelas divididas.....	12
<b>Figura 3.</b> Sistema de riego por goteo en el cultivo de espinaca.....	12
<b>Figura 4.</b> Termohigroanemómetro, para la medición de la temperatura y humedad del aire.....	14
<b>Figura 5.</b> Geotermómetro para la medición de la temperatura del suelo.....	14
<b>Figura 6.</b> Temperatura del aire °C para la situación con manta y sin manta térmica.....	18
<b>Figura 7.</b> T °C del suelo a 5 cm de profundidad para la situación con manta y sin manta térmica.....	20
<b>Figura 8.</b> T °C del suelo a 10 cm de profundidad para la situación con manta y sin manta térmica.....	20
<b>Figura 9.</b> T°C del suelo a 15 cm de profundidad para la situación con manta y sin manta térmica.....	21
<b>Figura 10.</b> T°C del suelo a 20 cm de profundidad para la situación con manta y sin manta térmica.....	21
<b>Figura 11.</b> Evolución de la biomasa fresca aérea durante el ciclo del cultivo para la situación con manta y sin manta térmica.....	22
<b>Figura 12.</b> Evolución de la biomasa seca aérea durante el ciclo del cultivo para la situación con manta y sin manta térmica.....	22
<b>Figura 13.</b> Rendimiento del cultivo en peso fresco a cosecha (Kg.ha <sup>-1</sup> ) para los diferentes tratamientos.....	25

**Figura 14.** Rendimiento del cultivo en peso seco a cosecha ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) para los diferentes tratamientos.....25

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento de dos híbridos de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) y el efecto del uso de la manta térmica como medida de protección del cultivo durante la temporada de otoño-invierno, se sembró a campo con un distanciamiento de 0,35 m entre hileras dos híbridos de espinaca en un diseño experimental en parcelas divididas, siendo los tratamientos: híbrido 1 con manta térmica (H1 c/mt); híbrido 1 sin manta térmica (H1 s/mt); híbrido 2 con manta térmica (H2 c/mt) y híbrido 2 sin manta térmica (H2 s/mt). El riego se efectuó mediante un sistema de riego por goteo. Las variables ambientales evaluadas fueron: Radiación fotosintéticamente activa (RFA), humedad relativa y temperatura del aire, humedad y temperatura edáfica. Por otro lado la evolución de la producción de biomasa aérea en peso fresco y seco ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) durante el ciclo del cultivo y el rendimiento a cosecha para cada tratamiento. El uso de la manta generó una reducción de la RFA incidente sobre el cultivo, produjo un aumento en la humedad relativa y temperatura del aire, y un incremento en la humedad y temperatura edáfica. La evolución de la biomasa en peso fresco y seco resultó ser superior con el uso de la manta térmica para los distintos híbridos analizados. El rendimiento final del cultivo en peso fresco para H1 con manta fue  $15206,75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (b), H2 con manta  $19345,50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (b), H1 sin manta  $10047,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a), H2 sin manta  $10975 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a), mientras que para el rendimiento en peso seco  $2125 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a),  $2300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a),  $2040 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a),  $2327 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a) respectivamente. Estos resultados indican que la utilización de la manta térmica, generó diferencias estadísticamente significativa tanto para el híbrido 1 como para el híbrido 2 en la producción en peso fresco de las plantas al momento de la cosecha.

**Palabras clave:** Manta térmica, Híbridos, Espinaca (*Spinacea oleracea* L.), Rendimiento, Radiación, Temperatura.

## SUMMARY

In order to evaluate the performance of hybrid spinach (*Spinacia oleracea* L.) and the effect of using thermal blanket as protection of the crop during the autumn-winter, seeded a field with a spacing of 35 cm between rows two hybrid spinach on a split plot experimental design, with treatments: hybrid 1 thermal blanket (H1 c/mt); Hybrid 1 without thermal blanket (H1 s/mt); hybrid 2 thermal blanket (H2 c/mt) and hybrid 2 without thermal blanket (H2 s/mt). Irrigation was performed using a drip irrigation system. The environmental variables were evaluated: photosynthetically active radiation (PAR), relative humidity and air temperature, soil moisture and temperature, on the other hand, the evolution of biomass production in fresh and dry weight ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) for the cropping and crop yield for each treatment. Using generated blanket RFA reduction incident on the crop, produced an increase in relative humidity and air temperature, and an increase in soil moisture and temperature. The evolution of biomass in fresh and dry weight proved to be superior to the use of thermal blanket to the various hybrids analyzed. The final crop yield fresh weight for H1 with blanket was  $15206.75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (b), H2 with manta  $19345.50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (b), no blanket H1  $10047.5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a), no H2 blanket  $10975 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a), while for the dry weight yield  $2125 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a),  $2300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a),  $2040 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a),  $2327 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (a) respectively. These results indicate that the use of the thermal blanket, produced statistically significant differences for the hybrid 1 to the hybrid 2 production in fresh weight of the plants at harvest.

**Key word:** Thermal Blanket, Hybrids, spinach (*Spinacia oleracea* L.), Yield, Radiation, Temperature.

## INTRODUCCIÓN

### IMPORTANCIA DEL CULTIVO

La espinaca fue introducida en Europa alrededor del año 1000, procedente de regiones asiáticas, probablemente de Persia, pero únicamente a partir del siglo XVIII comenzó a difundirse por Europa y se establecieron cultivos para su explotación, principalmente en Holanda, Inglaterra y Francia luego se cultivó en otros países y más tarde pasó a América (INFOAGRO, 2005).

Éste cultivo que se extiende por casi todas las regiones templadas del mundo, tiene propiedades alimenticias muy apreciadas por su alto contenido en clorofila, vitaminas, yodo y hierro la parte aérea de la planta es la comercializable a nivel mundial, sin embargo, en España, la espinaca se comercializa en manojos, lo que incluye la raíz (García Zumel, 2013).

La espinaca (*Spinacea oleracea L.*) se distribuye principalmente en Europa, Asia y parte de América, el mayor productor mundial es China, con una participación del 90%, le siguen Japón y Estados Unidos, la producción de espinaca en China es de 1,1 millones de Toneladas anuales. Le siguen Estados Unidos (400.000 T.), Japón (300.000 T.), Turquía (250.000 T.) Indonesia (123.000 T.) y España (61.600 T.) (COFECYT, 2008).

La producción de espinaca se puede destinar tanto a la industria como al mercado en fresco durante todo el año, mientras que en el norte y centro de Europa el periodo de producción es mucho más reducido (junio-octubre) (INFOAGRO, 2005).

La quinta parte de la espinaca transformada por la industria española se destina a la exportación, siendo sus principales destinos los países del norte y centro de Europa, ya que éstos son grandes consumidores de espinacas (García Zumel, 2013).

El cultivo de la espinaca tiene muy buenas expectativas de futuro, especialmente el cultivo para industria debido al creciente mercado europeo (García Zumel, 2013).

## **Producción de espinaca en Argentina.**

La producción de hortalizas en Argentina se realiza en casi todo su territorio debido a la diversidad de climas que posee, sin embargo la producción comercial que abastece a los principales centros urbanos de consumo se localiza en determinadas regiones. Éstas se han desarrollado por sus condiciones agroecológicas adaptadas para cada especie hortícola (Fernandez Lozano, 2012).

En Argentina, esta hortaliza presenta un alto consumo tanto fresca como congelada, sin embargo, el nivel de producción es muy bajo en comparación con el resto de los países (COFECYT, 2008).

Dentro del grupo de hortalizas de hojas verdes, la lechuga representa el 49% del volumen total producido en el país (33.100 T.), seguida por la acelga, que representa el 23% (15.890 T.), La espinaca se encuentra en el 4º lugar, luego de la cebolla de verdeo, con el 5,2% (3.517 T.) (COFECYT, 2008).

La espinaca, especie importante dentro de los cultivos de hoja, es uno de los cultivos invernales más característicos que se lleva a cabo tanto en invernadero como directamente a campo (Siliquini *et al.*, 2007).

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 (*Spinacea oleracea* L.), Apio (*Apium graveolens*), Rúcula (*Eruca sativa*) y Achicoria (*Cichorium intybus*), dentro de las Crucíferas las principales son Repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*), Coliflor (*Brassicaoleracea* var. *botrytis*) y Brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) (Grosso *et al.*, 2014).

## **EL CULTIVO DE ESPINACA**

### **Descripción morfológica.**

La espinaca es una planta anual, de la familia de las Quenopodiáceas, subfamilia Quenopodioideas, cultivada como verdura por sus hojas comestibles, grandes y de color verde muy oscuro (INFOAGRO, 2005).

El estado vegetativo se caracteriza por la producción de hojas, luego pasa por una etapa de desarrollo de una roseta de hojas cuya duración varía bajo la influencia fundamentalmente por factores climáticos como la radiación, temperatura y el fotoperíodo. Posteriormente emite el tallo. De las axilas de las hojas o directamente del cuello surgen tallitos laterales que dan lugar a ramificaciones, la temperatura óptima de crecimiento está comprendida entre 15° - 18 °C con una mínima de 5 °C y una máxima de 24 °C (Mezquiriz, 2007).

La raíz es pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial (INFOAGRO, 2005). El tallo erecto de 30 cm a 100 cm de longitud, en él se sitúan las flores (Gorini ,1999).

Las hojas son caulíferas, alternas y pecioladas. El pecíolo es cóncavo y muchas veces rojo en su base, cuya longitud muy variable entre las variedades cultivadas, va disminuyendo poco a poco a medida que soporta las hojas de más reciente formación y va desapareciendo en las hojas que se sitúan en la parte más alta del tallo (Gorini ,1999).

### **Requerimientos climáticos.**

Soporta temperaturas por debajo de 0 °C, que si persisten bastante, además de originar lesiones foliares, producen una detención total del crecimiento, por lo que el cultivo no rinde lo suficiente. La temperatura mínima mensual de crecimiento es de aproximadamente 5 °C. La adaptabilidad a las temperaturas bajas es de gran importancia práctica, dado que la mayor demanda de esta verdura coincide con el período otoñal-primaveral (INFOAGRO, 2005).

Las condiciones de iluminación y temperatura influyen decisivamente sobre la duración del estado de roseta. Al alargarse los días (más de 14 horas de luz) y al superar la temperatura de

15 °C, las plantas pasan de la fase vegetativa (roseta) a la de “elevación” (emisión de tallo y flores). La producción se reduce mucho si el calor es excesivo y largo el fotoperiodo, dado que las plantas permanecen en la fase de roseta muy poco tiempo, con lo que no se alcanza un crecimiento vegetativo adecuado (INFOAGRO, 2005).

Las espinacas que se han desarrollado a temperaturas muy bajas (5-15 °C de media mensual), en días muy cortos, típicos de los meses invernales, florecen más rápidamente y en un porcentaje mayor que las desarrolladas también en fotoperiodos cortos, pero con temperaturas más elevadas (15-26 °C). También las lluvias irregulares son perjudiciales para la buena producción de espinacas y la sequía provoca una rápida elevación, especialmente si se acompaña de temperaturas elevadas y de días largos (INFOAGRO, 2005).

Es una especie bastante exigente en cuanto a suelo y prefiere terrenos fértiles, de buena estructura física y de reacción química equilibrada. Por tanto, el terreno debe ser fértil, profundo, bien drenado, de consistencia media, ligeramente suelto, rico en materia orgánica y nitrógeno, del que la espinaca es muy exigente, no debe secarse fácilmente, ni permitir el estancamiento de agua en suelos ácidos con pH inferior a 6,5 se desarrolla mal a pH ligeramente alcalino, se produce el enrojecimiento del pecíolo y a pH muy elevado es muy susceptible a la clorosis (INFOAGRO, 2005).

En relación a los requerimientos térmicos de la germinación Valadez, (1993) y Gonzalez, (1997), señalan que las condiciones óptimas se encuentran cuando el suelo donde se encuentran las semillas presente un rango de temperaturas de entre los 10 y 15 °C, pudiendo llegar a emerger con estas condiciones entre los 10 a 12 días.

El productor que cultiva al aire libre, comienza sus siembras tempranamente, para aprovechar las temperaturas otoñales, que son templadas, con lo que logra una pronta emergencia y un crecimiento inicial adecuado; sin embargo con la disminución de las temperaturas en el invierno disminuye, o se paraliza, el crecimiento de las plantas, afectando el rendimiento final (Siliquini *et al.*, 2007).

## USO DE LA MANTA TÉRMICA

En distintas regiones hortícolas del país se ha logrado contrarrestar los efectos de bajas temperaturas, utilizando técnicas de forzado y semiforzado. La utilización de protecciones como manta flotante conocido también como manta térmica, favorecería el desarrollo del cultivo, y se podrían obtener buenos resultados productivos con bajos costos (Siliquini *et al.*, 2007).

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).

En Argentina, los materiales plásticos comienzan a incursionar en la protección de cultivos alrededor de los años ´70, principalmente como túneles para la protección de bajas temperaturas en almacigos de tabaco, hortalizas y en sistemas semiforzados. Pero se puede afirmar, que desde comienzos de los ´80 se denota un continuo avance en la plasticultura argentina, con un progresivo incremento en la tecnificación, definiéndose así explotaciones agro-intensivas (Carluccio *et al.*, 2002).

En este período de más de 30 años hasta la actualidad, se manifiesta un avance no sólo en la superficie de cultivos protegidos, sino también en la utilización de modernos agroplásticos, con aplicación y manejo cada vez más ajustado de las respectivas técnicas de producción (Carluccio *et al.*, 2002).

La manta térmica es un material confeccionado con largos filamentos de polipropileno que se colocan en capas soldadas entre sí a temperatura adecuada, convirtiéndose en un material muy ligero, y de resistencia suficiente para su uso en agricultura (Barros Júnior, *et al.*, 2004; Fernandes Otto, *et al.*, 2010).

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 Júnior *et al.*, 2004).

Además, es un material fácil de manipular, siendo colocada en contacto directo con las plantas o sobre terreno sembrado, sin necesidad de estructuras de soporte. Como consecuencia resulta en una inversión muy baja en comparación con otros sistemas de cultivos protegidos (Fernandes Otto *et al.*, 2010).

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), protección contra los vientos (Mermier *et al.*, 1995) permite realizar un mejor control térmico y sirve como barrera física, especialmente recomendada para especies vegetales muy sensibles a los ataques de plagas y a cambios bruscos de temperaturas y heladas (Horticom, 2011). Los ciclos de cultivo se acortan bajo este material, y son más regulares, con el mayor beneficio económico que ello conlleva (Fitzgerald y Stiltz, 2005).

En el uso de la manta térmica como medida de protección de las plantas se han observado resultados positivos como precocidad de cosecha (Reghin *et al.*, 2002, Reghin *et al.*, 2003; Feltrim *et al.*, Feltrim *et al.*, 2003, Feltrim *et al.*, 2006), el aumento de la producción (Pereira *et al.*, 2003; Barros Júnior *et al.*, 2004; Feltrim *et al.*, 2008; Sá y Reghin, 2008; Salas *et al.*, 2008), mejora en la calidad del producto final (Reghin *et al.*, 2002; Feltrim *et al.*, 2006), producción de plántulas (Reghin *et al.*, 2000), protección contra daños por heladas (Reghin *et al.*, 2002), mantenimiento de la humedad del suelo y sanidad de las plantas (Furiatti *et al.*, 2008; Salas *et al.*, 2008; Dalla Pria *et al.*, 2009).

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 Otto *et al.*, 2010).

Diferentes autores han demostrado el aumento de la temperatura del aire que genera el uso de mantas térmicas en el microclima del cultivo 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 (Suárez-Rey *et al.*, 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 temperaturas más cálidas del suelo, la mejora de germinación de semillas, crecimiento de las raíces, el crecimiento de brotes y madurez (Dickerson, 2009).

Nelson y Young (1986) determinaron el efecto del uso de manta térmica sobre la modificación de la temperatura del aire en diversos cultivos hortícolas (rábanos, cebolla, repollo, pepino, calabaza y maíz dulce), encontrando valores de 2,7 °C de aumento en la temperatura mínima del aire bajo la protección de la manta térmica respecto al aire exterior, destacando una mayor acumulación de grados día en cultivos como el maíz dulce, con aumentos de 1,5 a 2,4 veces superiores en relación sin la manta térmica.

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 no son constantes ya que a consecuencia de la exposición al ambiente se va produciendo una sensible reducción de la misma, principalmente por la adherencia de polvo, condensación de agua y envejecimiento del material, así como también se producen variaciones normales según la hora del día y época del año (Suarez-Rey *et al.*, 2009). Los valores de trasmisividad de estos materiales son variables, y se encuentran en el orden de un 30 a 95% dependiendo de la densidad de cada material (Traunfeld, 2011; Parker *et al.*, 2012). 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 *et al.*, 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 transmisividad en Ponta Grossa (Brasil), el mismo efecto fue encontrado por Feltrim *et al.*, (2006). Por su parte, Guiñazú *et al.*, (2011) en ensayos sobre ajo colorado para la región de Cuyo midieron trasmisividades de un 55 a 62% de la RFA.

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.

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

Fernandez Otto *et al.*, (2010) evaluaron la respuesta productiva de cultivares de lechuga Vera (grupo crespa) y Lída (grupo lisa) en sistemas de cultivo protegido con manta térmica natural ( $15 \text{ gr}\cdot\text{m}^{-2}$ ), manta térmica blanca ( $17 \text{ gr}\cdot\text{m}^{-2}$ ) y un testigo sin protección, para la época de invierno - primavera en la región de Ponta Grossa, Brasil ( $25^{\circ} 13'S$ ;  $50^{\circ} 03'O$ ; 880 m.s.n.m.), no encontrando diferencias en la respuesta entre la manta térmica natural o blanca, pero en las situaciones protegidas se observó un aumento de la biomasa fresca y un mejor aprovechamiento de hojas para ambos cultivares respecto al testigo.

Barros Júnior *et al.*, (2004) evaluaron el rendimiento de lechuga cv. Tainá y Babá de Verão en túneles bajos cubiertos con manta térmica de diferentes densidades ( $13$  y  $40 \text{ gr}\cdot\text{m}^{-2}$ ) 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  $40 \text{ gr}\cdot\text{m}^{-2}$  promovió una mayor altura, diámetro y productividad para los cultivares.

Salas *et al.*, (2008) observó 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.

En el cinturón hortícola local el uso de manta térmica como medida de protección en la etapa de producción a campo ha comenzado a difundirse con gran celeridad, principalmente en cultivos hortícolas de hoja, no existiendo estudios locales que evalúen la respuesta productiva de los mismos.

## **HIPÓTESIS**

La producción del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) protegido con manta térmica, producirá una modificación del microclima del cultivo logrando una mejor producción de biomasa.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos del uso de la manta térmica sobre la productividad de dos híbridos otoño-invernales de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) desarrollados para las condiciones climáticas del cinturón hortícola de Río Cuarto.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

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

-Determinar la evolución de la producción de biomasa aérea en peso fresco y seco ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) durante el ciclo del cultivo y el rendimiento a cosecha para cada uno de los tratamientos.

-Analizar el efecto del uso de manta térmica a campo sobre la evolución de la biomasa aérea y el rendimiento a cosecha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Características del ensayo.

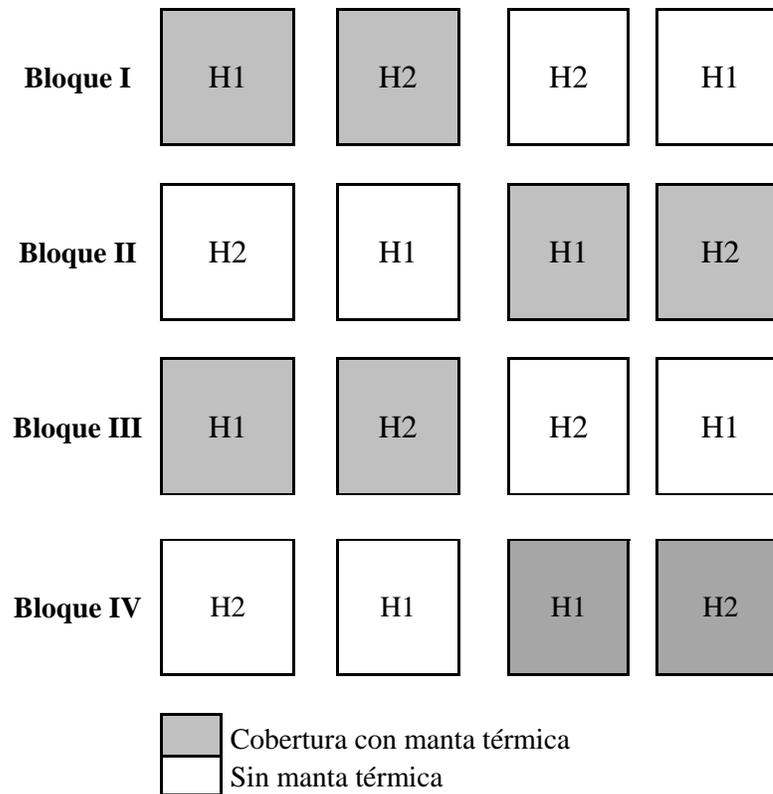
El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria perteneciente a la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), ubicado sobre la Ruta Nacional N° 36, Km 601, (33° 07 Latitud Sur, 64° 14 Longitud Oeste, 421 msnm), Departamento Río Cuarto, Córdoba (Argentina).

El inicio del cultivo de espinaca se realizó el 3 de mayo del 2013 mediante siembra directa a chorrillo corrido con un distanciamiento de 0,35 m entre hileras. Se evaluaron dos híbridos de crecimiento otoño-invernales con la presencia y ausencia de manta térmica. Los materiales evaluados utilizados fueron: Swan RZ de la empresa Rijk Zwaan (H1) y Monza de la empresa Pop Vriends (H2). La colocación de la manta térmica (mt) se efectuó antes de las primeras heladas (Figura 1).



**Figura 1.** Colocación de manta térmica sobre el cultivo de espinaca.

Los tratamientos fueron: H1 con manta térmica (H1 c/mt); H2 con manta térmica (H2 c/mt); H1 sin manta térmica (H1 s/mt) y H2 sin manta térmica (H2 s/mt). El diseño experimental fue en parcelas divididas, siendo las parcelas principales: con manta térmica y sin manta térmica, mientras que las subparcelas se correspondieron con 2 híbridos de crecimiento otoño-invernales. Las parcelas divididas se arreglaron en un diseño de bloques totalmente aleatorizados con 4 repeticiones. El tamaño de las subparcelas fue de 3,6 m<sup>2</sup>. La unidad experimental de 2,45 m<sup>2</sup> (Figura 2).



**Figura 2:** Diseño experimental en parcelas divididas

El riego a campo se efectuó empleando un sistema por goteo. Para establecer la línea de riego se utilizó una tubería de PEBS ubicada en la cabecera de los surcos, donde se colocó líneas de riego mediante el uso de conectores dispuestas en cada una de las hileras de siembra, con tres emisores por metro lineal. El caudal de la tubería fue de  $0,85 \text{ L.h}^{-1}$  (Figura 3).



**Figura 3:** Sistema de riego por goteo en el cultivo de espinaca.

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

La radiación se midió utilizando un sensor LI-191SA Line quantum Sensor, conjuntamente con el LI-COR LI 1400 Datalogger Lincoln. En los tratamientos con manta térmica se tomó la radiación por debajo de ésta y por encima del canopeo del cultivo. En los tratamientos sin manta térmica las mediciones se efectuaron por encima del canopeo del cultivo.

Las observaciones se realizaron durante el ciclo del cultivo con una frecuencia regular, 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), en ambas situaciones se realizaron cuatro repeticiones. La interceptación de la radiación (IR) se determinó de la siguiente forma:

### **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 (%).

RFA 0: RFA bajo la manta térmica ( $\text{MJ}^{-1} \text{m}^{-2} \text{día}^{-1}$ ).

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

La temperatura y la humedad relativa del aire se determinó, mediante un termohigroanemómetro marca Skiwatch en forma manual con cuatro repeticiones para cada uno de los tratamientos, colocando el instrumento a 15 cm de la superficie del suelo entre las líneas de cultivo y realizando una lectura directa del mismo (Figura 4).

La evolución del contenido gravimétrico de humedad del suelo se determinó mediante la extracción de muestras de 0-10 cm, 10-20 cm y de 20-30 cm de profundidad, utilizando un barreno, luego las muestras se llevaron a estufa durante 48 hs hasta lograr peso constante.

La temperatura del suelo se determinó a 5, 10, 15 y 20 cm de profundidad, mediante un geotermómetro (Figura 5).



**Figura 4.** Termohigroanemómetro, para la medición de la temperatura y humedad del aire.



**Figura 5.** Geotermómetro para la medición de la temperatura del suelo.

**Determinación de la producción de biomasa aérea durante el ciclo del cultivo y rendimiento a cosecha.**

Durante la etapa de crecimiento del cultivo se determinó la evolución de la producción de biomasa aérea en peso fresco y seco ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para cada uno de los tratamientos. Para ello se extrajeron muestras de biomasa aérea a intervalos regulares durante el ciclo del cultivo. Las muestras se llevaron a estufa durante 48 hs a  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta lograr peso constante.

Al final del ciclo del cultivo se evaluó el rendimiento total en peso fresco y peso seco ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). 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. CUANTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES EN EL MICROAMBIENTE DEL CULTIVO DE ESPINACA.**

La utilización de la manta térmica como medida de protección del cultivo de espinaca a campo produjo modificaciones en las principales variables ambientales involucradas en el crecimiento, desarrollo y en la determinación del rendimiento del cultivo. A continuación se analiza en detalle la respuesta del comportamiento de la radiación fotosintéticamente activa (RFA), temperatura y humedad del aire, humedad y temperatura del suelo para cada tratamiento.

#### **1-1 Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA).**

Al utilizar la manta térmica se observó que la misma presenta una trasmisividad promedio de 42,9 % de la RFA (Tabla 1). El uso de la manta térmica creó una modificación de la RFA que llega al cultivo, situación que coincide con lo hallado por (Benoit y Ceustermans, 1987) quienes determinaron que 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. Los resultados obtenidos son inferiores a los encontrados por (Suárez- Rey *et al.*, 2009), quien midió una trasmisividad media de la RFA bajo la manta cercana al 65%; Guiñazú *et al.*, (2011) midió valores de trasmisividad de la RFA entre 55 a 62%, Sá y Reghin, (2008) en cultivo de achicoria obtuvieron valores de 73,9% de trasmisividad en Ponta Grossa (Brasil). Por su parte López *et al.*, (2003) encontró una reducción de la trasmisividad del 15% de la RFA con el uso de manta térmica.

**Tabla 1.** Valores promedios de trasmisividad de la RFA (%) debajo de la manta térmica durante el ciclo de producción otoño-invernal del cultivo de espinaca.

	<b>Radiación fotosintéticamente activa</b>
	<b>RFA %</b>
<b>Ciclo de producción</b>	<b>42,9</b>

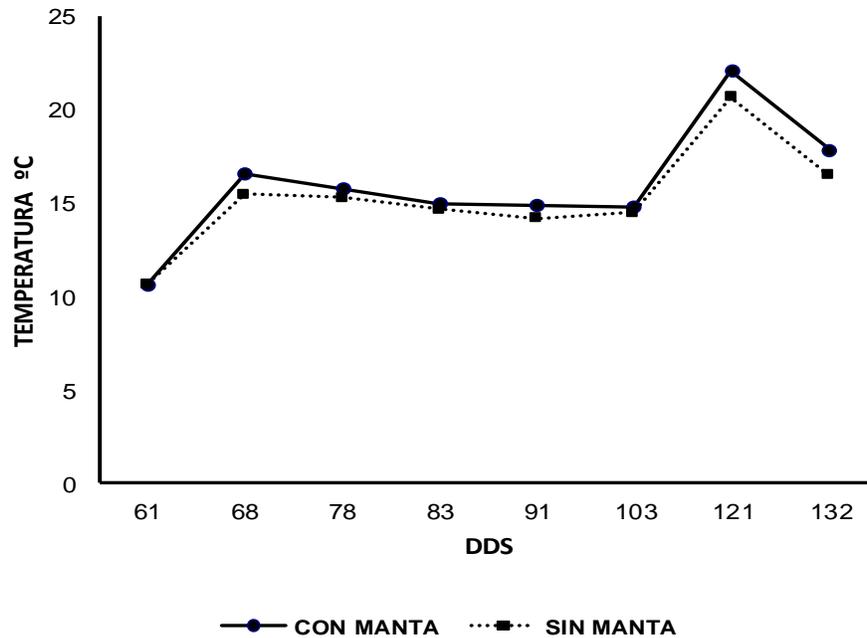
## **1-2 Temperatura del aire.**

La temperatura del aire presentó un aumento promedio en el orden de 0,71 °C debajo de la manta térmica respecto a la temperatura del aire exterior. Sin embargo, algunos resultados evaluados mostraron diferencias mínimas e incluso nulas entre la temperatura por debajo y fuera de la manta. La diferencia máxima registrada alcanzó valores de hasta 1,1 °C a favor de la manta térmica (Tabla 2).

**Tabla 2.** Valores mínimos medios y máximos de temperatura del aire °C bajo la manta en comparación a la temperatura del aire exterior.

	<b>Temperatura del aire (°C)</b>		
	<b>Mínimo</b>	<b>Medio</b>	<b>Máximo</b>
<b>Ciclo de producción</b>	<b>+ 0,33 °C</b>	<b>+ 0,71 °C</b>	<b>+ 1,1 °C</b>

Los resultados encontrados en el aumento de la temperatura del aire, coinciden con los obtenidos por algunos autores como Traunfeld, 2011; Parker *et al.*, 2012, Guñazú *et al.*, 2011; (Suarez-Rey *et al.*, 2009); USDA, 2011; Iapichino, 2010; Demšar, 2011. Fernandes, 2010, Mormeneo, 2001, Nelson y Young (1986), quienes hallaron incrementos en la temperatura del aire bajo la manta con respecto al aire exterior. Si bien los rangos de temperatura encontrados por estos autores no son los mismos, siendo éstos superiores a los evaluados en este trabajo, todos los ensayos coinciden que la temperatura bajo la manta es mayor a la registrada fuera de la misma (Figura 6).



**Figura 6.** Temperatura del aire (°C) para la situación con y sin manta térmica.

### **1-3 Humedad relativa del aire.**

La humedad relativa (HR) del aire bajo la protección de la manta térmica siempre resultó ser mayor respecto a la humedad del aire exterior. Los valores obtenidos debajo de la manta térmica mostraron un incremento en la variable con diferencias de hasta un 5,65% siendo los valores medios de 4,93% (Tabla 3). Los resultados coinciden con lo expresado por Hemphill, (1989;) Wells y Loy, (1985;) Pollard y Cundari, (1988;) Kjelgren, (1994) que afirman como el efecto protector de la manta térmica contribuye a mantener valores más elevados de humedad.

**Tabla 3.** Valores mínimos, medios y máximos de HR del aire bajo la manta térmica respecto al aire exterior.

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

#### **1-4 Humedad del suelo.**

La humedad del suelo bajo la protección de la manta térmica resultó ser mayor respecto a la humedad del suelo sin protección para las distintas profundidades analizadas (0-10,10-20, 20-30 cm) (Tabla 4). Los resultados coinciden con lo expresado por; Furiatti *et al*, (2008;) Salas *et al*, (2008;) Dalla Pria *et al*, (2009,) que han observado resultados positivos en el uso de la manta térmica contribuyendo a mantener valores elevados de la humedad del suelo.

**Tabla 4.** Valores promedios de humedad del suelo (%) a distintas profundidades durante el ciclo de producción del cultivo debido al uso de la manta térmica.

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

#### **1-5 Temperatura del suelo.**

Respecto a la temperatura de suelo en las distintas profundidades se manifestó un incremento significativo con la utilización de la manta térmica en comparación con la situación sin manta. Cabe resaltar que la variable analizada manifestó una diferencia más marcada en el incremento a los 5cm de profundidad (78 a 103 dds), por otro lado donde menos variación de temperatura se registro es a los 20 cm (Tabla 5). Los resultados obtenidos son similares a los encontrados por ciertos autores Wells y Loy, 1985; Pollard y Cundari, 1988; Kjelgren, 1994 quienes determinan que mediante técnicas de protección se permite incrementar la temperatura del suelo. Suárez-Rey *et al.*, (2009,) registró valores medios de 2 °C más elevados en el tratamiento con manta térmica que al aire libre.

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. Dickerson (2009) establece que el efecto invernadero producto del uso de la manta térmica dará lugar a temperaturas más

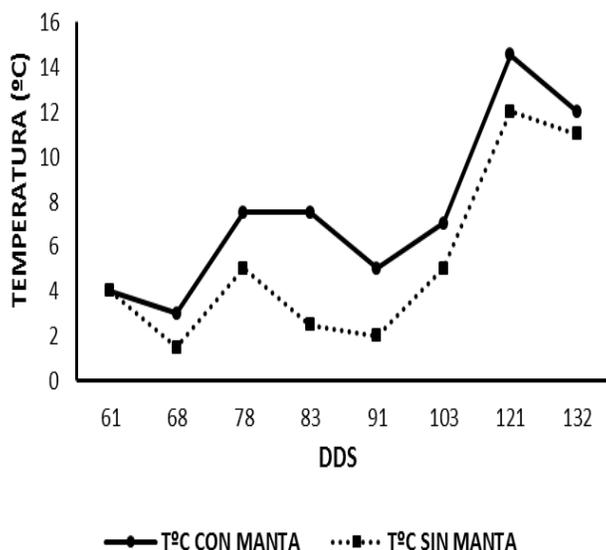
cálidas del suelo, la mejora de germinación de semillas, crecimiento de las raíces, el crecimiento de brotes y madurez.

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 1,96 °C bajo la manta térmica hasta los 20 cm de profundidad (Tabla 5).

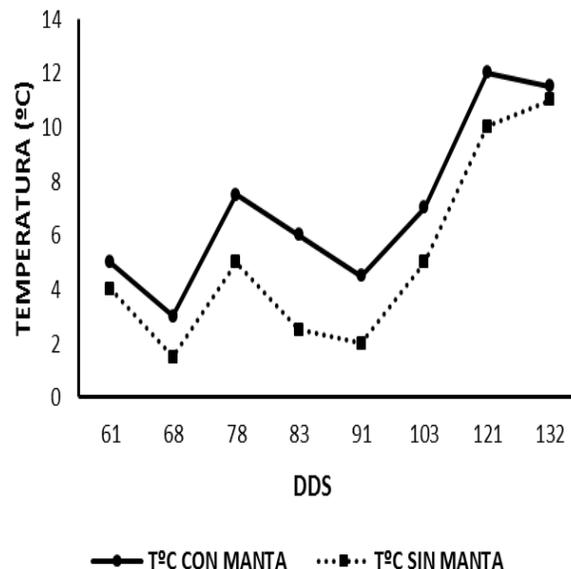
**Tabla 5.** Temperatura promedio del suelo a diferentes profundidades para la condición sin manta y con manta térmica.

Tratamientos	Profundidad (cm)			
	5	10	15	20
Con manta	7,56°C	7,06°C	7,31°C	7,37°C
Sin manta	5,37°C	5,12°C	5,27°C	5,70°C
Diferencia	+2,19 °C	+1,94 °C	+2,04 °C	+1,67 °C

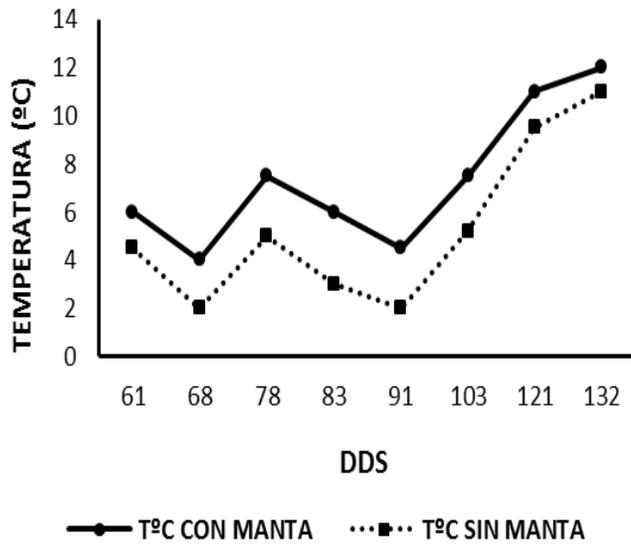
A continuación en las figuras 7, 8, 9 y 10 se muestra la evolución de la temperatura del suelo (°C) a distintas profundidades para la situación con manta y sin manta térmica durante el ciclo del cultivo.



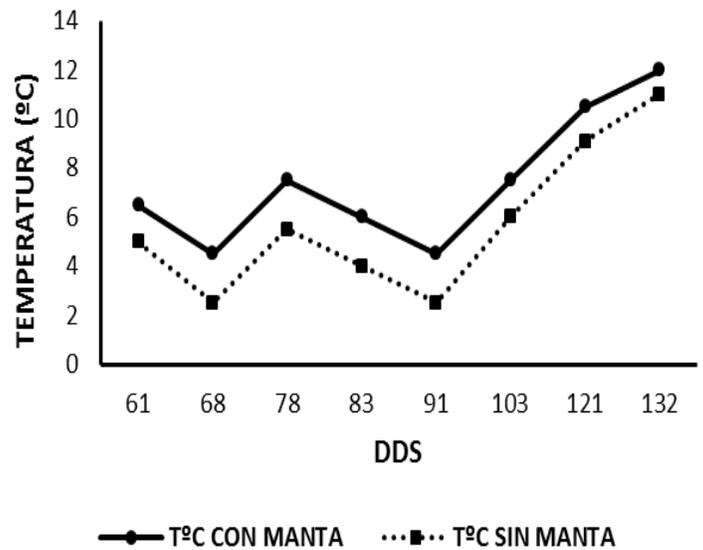
**Figura 7.** Temperatura (°C) del suelo a 5 cm de Profundidad para la situación con y sin manta y sin manta térmica.



**Figura 8.** Temperatura (°C) del suelo a 10 cm de profundidad para la situación con y sin manta térmica.



**Figura 9.** Temperatura (°C) del suelo a 15 cm de profundidad para la situación con y sin manta térmica.



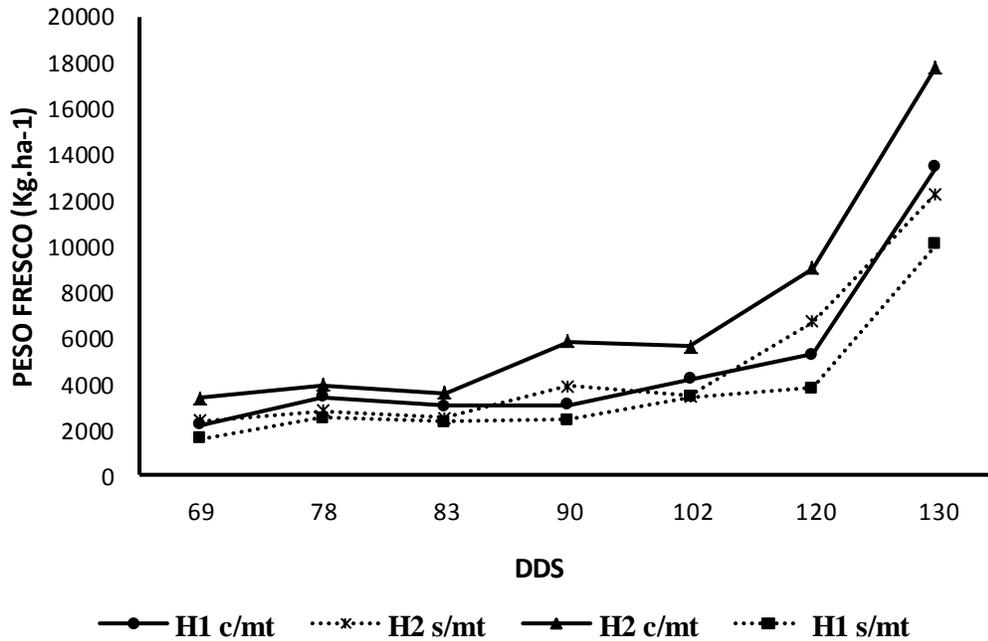
**Figura 10.** Temperatura (°C) del suelo a 20 cm profundidad para la situación con y sin manta térmica.

## 2. EVOLUCIÓN DE LA BIOMASA AÉREA DEL CULTIVO Y RENDIMIENTO A COSECHA

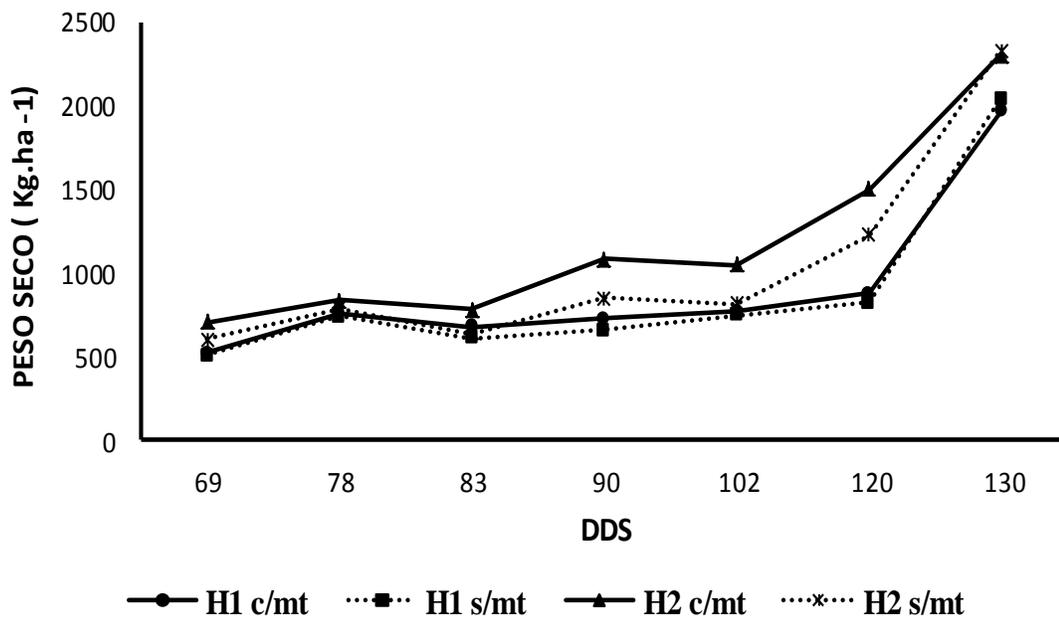
### 2-1 Biomasa aérea en peso fresco y seco.

Las tendencias de las curvas de crecimiento en biomasa aérea, como peso fresco y seco durante el ciclo del cultivo, muestran que los tratamientos con mantas térmicas tanto para el híbrido 1(H1) como para el híbrido 2 (H2), los valores fueron siempre superiores a los obtenidos sin utilización de la manta térmica. Por otro parte, al contrastar los distintos híbridos los resultados mostraron una mayor productividad en el H2 durante el ciclo, tanto en la situación con manta como sin manta térmica.

En las figuras 11 y 12 se muestra la evolución de la biomasa aérea en peso fresco y seco durante el ciclo del cultivo.



**Figura 11.** Evolución de la biomasa fresca aérea durante el ciclo del cultivo para la situación con manta y sin manta térmica.



**Figura 12.** Evolución de la biomasa seca aérea durante el ciclo del cultivo para la situación con manta y sin manta térmica.

La incorporación de la manta térmica aumentó la producción de biomasa aérea en peso fresco y seco. Los resultados obtenidos son similares a los encontrados por ciertos autores Pereira *et al.*, (2003;) Barros Júnior *et al.*; (2004;) Feltrim *et al.*, (2008;) Sá y Reghin, (2008;) Salas *et al.*, (2008;) Fernandez Otto *et al.*, (2010); quienes observaron una mayor producción de biomasa aérea en peso fresco ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) de la parte aérea con el uso de la manta térmica. Siliquini *et al.*, (2007) estableció que el comportamiento de Espinaca cultivada bajo sistema de protección con manta térmica arrojó diferencias significativas de producción en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , en comparación al testigo sin cobertura.

## **2-2 Rendimiento a cosecha.**

Los resultados obtenidos demostraron que la utilización de la manta térmica generó diferencias significativas en los dos híbridos utilizados sobre la producción de biomasa aérea en peso fresco al momento de la cosecha (Tabla 6). Estos resultados son atribuidos a la modificación del fitoclima generado debajo de la cobertura. Por otra parte, al contrastar los dos genotipos analizados se observó una tendencia hacia una mayor producción de biomasa fresca en el H2, independientemente de la utilización de la manta térmica.

Al analizar la producción de biomasa en peso seco, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo los valores obtenidos muy similares, esto ocurre posiblemente, debido a que fuera de la protección de la manta térmica las plantas se rustifican y desarrollan una mayor proporción de materia seca. En la tabla 6 se muestra el rendimiento a cosecha en cada tratamiento.

Los resultados hallados coinciden con lo expresado por Siliquini *et al.*, (2007) quienes arrojaron diferencias significativas de producción en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  en las situaciones protegidas con manta térmica respecto al testigo: 17.290 (b), 16.780 (b) y 11.350 (a). Salas *et al.*, (2008) observaron una mayor producción de materia fresca de la parte aérea con la utilización de la manta térmica, en cuanto a la producción de materia seca no observaron diferencias significativas en los diferentes tratamientos. De igual modo, Fernández Otto *et al.*, (2010) encontraron que en las situaciones protegidas con manta térmica se observó un aumento de la biomasa fresca.

**Tabla 6:** Rendimiento promedio en peso fresco y seco ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Rendimiento ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	
	Peso fresco	Peso seco
H1 c/mt	15206,75 b	2125
H2 c/mt	19345,50 b	2300
H1 s/mt	10047,50 a	2040
H2 s/mt	10975,00 a	2327
$r^2$	0,59	0,07
c.v.	25,65	23,77
p value	0,0113	0,8391

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

En la figura 13 se muestra el rendimiento a cosecha en peso fresco ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para cada uno de los tratamientos, podemos observar que el rendimiento a cosecha de la biomasa aérea fresca con manta es mayor tanto en el H1 como en el H2.

Sin embargo si observamos la figura 14 el rendimiento a cosecha de la biomasa en peso seco ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) muestra que la producción de materia seca resulto ser mayor en el tratamiento sin manta térmica, tanto para H1, como para H2, cabe mencionar que el H2 tanto en tratamiento con manta como el sin manta siempre es superior al H1 en las mismas condiciones para peso fresco y peso seco.

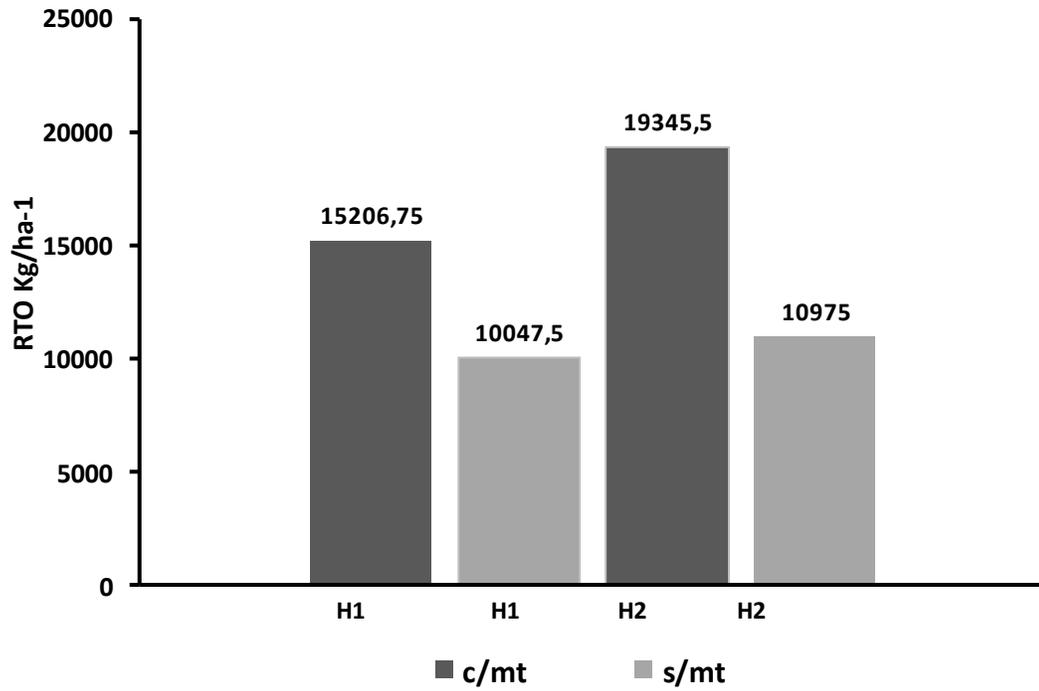


Figura 13. Rendimiento del cultivo en peso fresco a cosecha ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para los diferentes tratamientos.

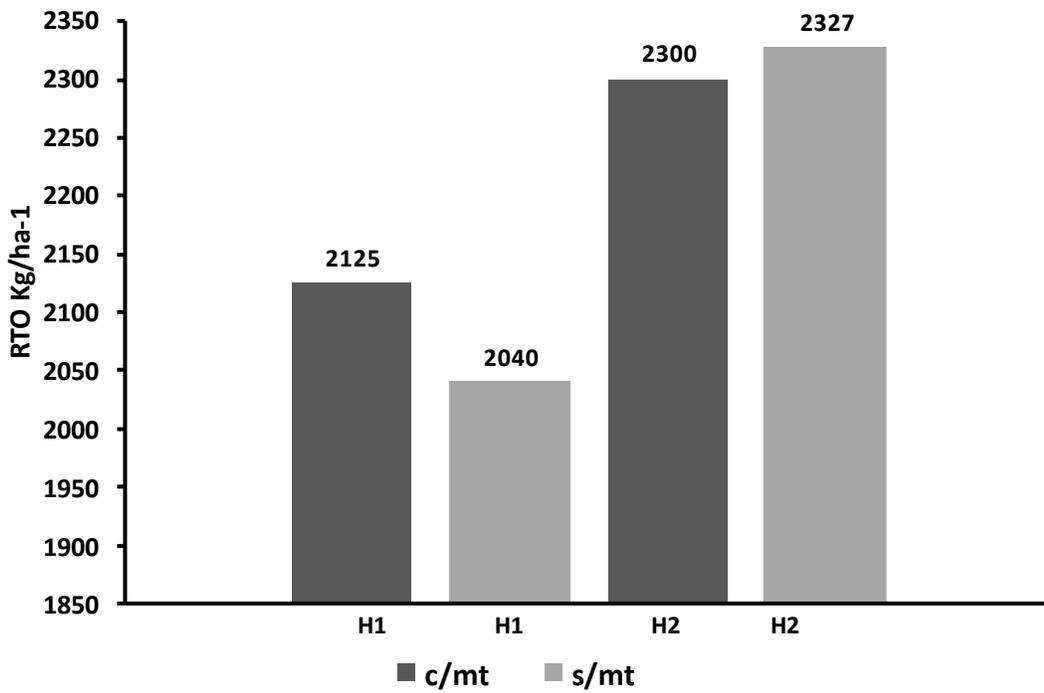


Figura 14. Rendimiento del cultivo en peso seco a cosecha ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para los diferentes tratamientos.

## CONCLUSIONES.

- El uso de manta térmica bajo condiciones de campo modificó el comportamiento de las principales variables ambientales, generando una reducción de la radiación fotosintéticamente activa (RFA), incrementando la temperatura y humedad relativa del aire, temperatura y humedad del suelo.
- La evolución de la producción de biomasa aérea durante el ciclo del cultivo tanto en peso fresco y seco ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) fue mayor con la incorporación de la manta térmica en los dos genotipos analizados.
- Los resultados a cosecha mostraron que el efecto del uso de la manta térmica permitió alcanzar mayores rendimientos en peso fresco en los dos genotipos analizados, mientras que en peso seco no existieron diferencias. Independientemente de la utilización de la manta térmica las tendencias mostraron un mayor rendimiento en el H2 respecto al H1.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- BARROS JÚNIOR, A. P.; GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E.; y MEDEIROS, D. C. 2004 Cultivo da alface em túneis baixos de agrotêxtil. *Horticultura Brasileira, Brasília*, v.22, n.4, p. 801-803.
- 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.
- CARLUCCIO, C.; LENSCAK, M.; PANELO, M.; COLOMBO, M.; CÁCERES, S.; MOLINA, N.; SCAGLIA, E. y C. PERNUZZI. 2002 Desarrollo Actual de los Cultivos Protegidos en la República Argentina. En: <http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2008/10/cultivos-forzados-en-la-argentina-no-actualizado.pdf>. Consultado: 25/04/2013
- COFECYT, 2008 Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo: hortalizas de hojas verdes (acelga, espinaca, lechuga) - La Pampa y Santa Cruz. En: [http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pcias\\_pdfs/santa\\_cruz/UIA\\_hortalizas\\_de\\_hoja\\_08.pdf](http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pcias_pdfs/santa_cruz/UIA_hortalizas_de_hoja_08.pdf). Consultado :20/04/2013
- DALLAPRIA, M.; REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE, J. y VAN DER. 2009 Ocorrência de doenças em “pak choi” em cultivos com cobertura do solo e da planta com polipropileno. *Scientia Agraria*, v.10, p.337-341.
- DE LA CASA, A., G. OVANDO, L. BRESSANINI, Á. RODRÍGUEZ y J. MARTÍNEZ. 2007. Uso del índice de área foliar y del porcentaje de cobertura del suelo para estimar la radiación interceptada en papa. *Agricultura Técnica (Chile)* 67(1):78-85.
- DEMŠAR, A., D. TŇNIDARČIČ 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

- DICKERSON, W. 2009. Row cover vegetable production technique. Brignig science to your life. New Mexico State University. p. 64-72.
- FELTRIM, A. L.; REGHIN, M. Y.; y VINNE, J. VAN DER. 2003 Cultivo da alface com agrotêxtil em diferentes períodos. Publicatio UEPG, v.9, p.21-27.
- FELTRIM, A. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; y BARBOSA, J. C. 2006 Produção de chicória em função do período de cobertura com tecido de polipropileno. Horticultura Brasileira, v.24, p.249-254.
- FELTRIM A. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; y BARBOSA J. C. 2008 Crescimento e acúmulo de macronutrientes em chicória coberta e não coberta com polipropileno. Horticultura Brasileira, v.26, p.50-55.
- FERNANDES OTTO, R.; YAMOMOTO REGHIN, M.; NIESING, P. C.; y ALVES REZENDE, B. L. 2010. Respostas produtivas de alface em cultivo protegido com agrotêxtil. Bragantia, Campinas, v. 69, n. 4, p855-860.
- FERNANDEZ LOZANO, J. 2012. La producción de hortalizas en Argentina. En [http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/la\\_produccion\\_de\\_hortalizas\\_en\\_argentina.pdf](http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/la_produccion_de_hortalizas_en_argentina.pdf). Consultado: 7/06/ 2013.
- FITZGERALD T. y M. STILTZ. 2005. Row Covers. Washington State University. Spokanecounty extension. Master gardener program.
- FURIATTI, R. S.; PINTO JUNIOR, A. R.; LOPES, J. y A. B. 2008 Estudo comparativo entre agrotêxtil e inseticidas no controle da mosca minadora da batata. Revista Acadêmica, Ciência Agrária Ambiental, v.6, p.89-96.
- GARCIA ZUMEL, M. 2013. – El Cultivo de la espinaca. En <https://es.scribd.com/doc/182586076/cultivo-Espinaca-pdf>. Consultado: 20/11/2014
- GONZALEZ, M. 1997. Alternativas hortícolas industrializables en la zona centro sur. Alternativas para la modernización y diversificación agrícola. Instituto de Investigaciones

Agropecuarias. Anuario del Campo. Edición extraordinaria. Santiago, Chile. Publicaciones Lo Castillo. pp: 98-104.

- GORINI, F. 1999. El cultivo de la espinaca. Zaragoza, ES. Acríbia. p. 12-14.
- 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. p. 257.
- GUIÑAZÚ, M.E; CIRRINCIONE, M.A.; PORTELA, J.; BURBA, J.L. y; 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. 2011 Viverismo profesional: Climatización. Mantas térmicas En: <http://www.horticom.com/empresas/p/manta-termica/comercial-projar-s-a/8873/23267>. Consultado 25/04/2013.
- 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
- INFOAGRO. 2005. El cultivo de la espinaca. En: <http://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm>. Consultado: 6/05/2013
- KJELGREN, R. 1994. Growth and water relation of Kentucky coffee tree in protective shelters during establishment. HortScience, 29:777-780.

- 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.
- MERMIER M., G. REYD, J. C. SIMON y T. BOULARD. 1995. The microclimate under Agril P17 for growing lettuce. *Plasticulture*, 107: 4-12
- MEZQUIRIZ, N. 2007. Espinaca bajo cobertura Plástica. *Boletín Hortícola* n° 36. p 20.
- 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
- NELSON, L. y M. YOUNG. 1986. Effect of floating row covers on radishes, yellow Spanish onions, cabbage, cucumber, winter squash and sweet corn at Redmond, Oregon in 1986.
- PEREIRA, A. V.; OTTO, R. F.; y REGHIN, M. Y. 2003. Respostas do feijão-vagem cultivado sob proteção com agrotêxtil em duas densidades de plantas. *Horticultura Brasileira*, v.21, p.564-569.
- PARKER, J., C. MILER, T. MURRAY y W. SNYDER. 2012. How to Install a Floating Row Cover. Washington State University Extension.
- POLLARD, J. E. y C. M. CUNDARI. 1988. Over-wintering strawberry plants under rowcovers increases fruit production. *HortScience*, 23:332 – 333
- REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; SILVA, y J. B. C. DA. 2000 Stimulate Mo e proteção com “tecido não tecido” no pré-enraizamento de mudas de mandioquinha-salsa. *Horticultura Brasileira*, v.18, p.53-56.
- REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE, J. VAN DER; y FELTRIM, A. L. 2002 Produção de repolho branco chinês (pak choi) sob proteção com ‘não tecido’ de polipropileno. *Horticultura Brasileira*, v.20, p.233-236.

- REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE, J. VAN DER; y FELTRIM, A. L. 2003 Tamanho da célula de diferentes bandejas na produção de mudas e no cultivo do pak choi na presença e ausência do agrotêxtil. *Scientia Agraria*, v.4, p.61-67.
- SÁ, G. D. y M. REGHIN. 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.; y SABUNDJIAN, T. T. 2008 Evaluación del cultivo protegido por agrotêxtil en la cultura de lechuga y su desempeño en diferentes tipos de aplicaciones. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.75, p.437-442.
- SILIQUINI, O. A.; GRÉGOIRE, H. C.; SCARONE, J. G. y E. M. BAUDINO. 2007 Comportamiento de la espinaca híbrida 424 cultivada bajo dos sistemas de protección. *Rev. Fac. Agronomía - UNLPam Vol.18*, p.
- SUÁREZ-REY, E. M., M. ROMERO-GAMEZ, J. M. MONTOSA y F. MANSILLA. 2009. Producción de ajo tierno bajo cubiertas flotantes de manta térmica. *Resumen en horticultura N° 212*, pp. 1-9.
- 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.*
- USDA. 2011. Floating Row Cover. *Community Garden Guide. Season Extension.*
- VALADEZ, A. 1993. *Producción de hortalizas*. 3rd ed; p 295.
- WIEN, H. C. 1997. *The physiology of vegetable crops*. CABI Publishing.
- WELLS, O. S. y J. B. LOY. 1985. Intensive vegetable production with row covers. *HortScience*, 20:822 – 826.