



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**  
“Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero  
Agrónomo”

**Efectos del volumen del contenedor y edad del plantín al  
trasplante en el rendimiento del cultivo de lechuga**  
*(Lactuca sativa L.)*

**GASTÓN IVAN PAUTASSO**  
**D.N.I. 32.071.372**

**Director: Ms. Sc. Ing. Agr. Liliana E. Grosso**  
**Co-Director: Ing. Agr. Fabricio Salusso**

**Río Cuarto - Córdoba**  
**Marzo 2013**

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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del Trabajo Final: **“EFECTOS DEL VOLUMEN DEL CONTENEDOR Y EDAD DEL PLANTÍN AL TRASPLANTE EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*)”**

Autor: Pautasso, Gastón Ivan

DNI: 32.071.372

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

Co-Director: Ing. Agr. Fabricio Salusso

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

Ing. Agr. Susana Viale \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Marcela Demaestri \_\_\_\_\_

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

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

---

Secretario Académico

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a mi familia:

A mi mamá Gladys Coniglio, por su apoyo y dedicación permanente, por brindar amor en todo momento, por escucharme y estar siempre presente guiándome en todas las decisiones.

A mi papá Mario Pautasso, que gracias a su esfuerzo, trabajo y apoyo incondicional siempre ha buscado mi bienestar y me ha brindado la posibilidad de estudiar y formarme, permitiendo que hoy pueda estar en esta instancia.

A mis hermanos, Eliana y Gaspar por hacerme pasar buenos momentos, por estar siempre a mi lado y por sus sonrisas.

A mis abuelos, Liria Giosue y Pedro Coniglio, por su apoyo, cariño y enseñanza.

A mis abuelos, Nelly Faro y Angel Pautasso, por su acompañamiento y cariño.

## **AGRADECIMENTOS**

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

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	5
HIPÓTESIS.....	8
OBJETIVOS.....	8
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
MATERIALES y MÉTODOS.....	9
CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE.....	9
ETAPA DE PRODUCCIÓN DEL PLANTÍN.....	9
ETAPA DE PRODUCCIÓN A CAMPO.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
ETAPA DE PRODUCCIÓN DEL PLANTÍN.....	13
Efecto entre tamaño de celdas.....	13
Número de hojas.....	13
Longitud de raíces.....	13
Altura de plántula.....	14
Peso fresco y seco de la parte aérea y de las raíces.....	15
Efecto entre edad del plantín.....	16
Número de hojas.....	16

<b>Longitud de raíces</b> .....	<b>17</b>
<b>Altura de plántula</b> .....	<b>17</b>
<b>Peso fresco y seco de la parte aérea y de las raíces</b> .....	<b>18</b>
<b>ETAPA DE PRODUCCIÓN A CAMPO</b> .....	<b>20</b>
<b>Rendimiento total (kg MV ha<sup>-1</sup>)</b> .....	<b>20</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b> .....	<b>21</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>23</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>24</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características de los diferentes modelos de bandejas de germinación.....	<b>9</b>
<b>Tabla 2.</b> Numero de hojas, por plántula, en función de las diferentes bandejas de germinación.....	<b>13</b>
<b>Tabla 3.</b> Longitud de raíces, por plántula, en función de las diferentes bandejas de germinación.....	<b>14</b>
<b>Tabla 4.</b> Altura de plántula, en función de las diferentes bandejas de germinación.....	<b>14</b>
<b>Tabla 5.</b> Peso verde y seco individual de la parte aérea (gr), en función de las diferentes bandejas de germinación.....	<b>15</b>
<b>Tabla 6.</b> Peso verde y seco individual de las raíces (gr), en función de las diferentes bandejas de germinación.....	<b>15</b>
<b>Tabla 7.</b> Numero de hojas, por plántula, en función de las diferentes fechas de evaluación.....	<b>16</b>
<b>Tabla 8.</b> Longitud de raíces, por plántula, en función de las diferentes fechas de evaluación.....	<b>17</b>
<b>Tabla 9.</b> Altura de plántula, en función de las diferentes fechas de evaluación.....	<b>17</b>
<b>Tabla 10.</b> Peso fresco y seco individual de la parte aérea (gr), en función de las diferentes fechas de evaluación.....	<b>18</b>
<b>Tabla 11.</b> Peso fresco y seco individual de las raíces (gr), en función de las diferentes fechas de evaluación.....	<b>18</b>
<b>Tabla 12.</b> Rendimiento total, en función del número de celdas por bandeja y fecha de trasplante.....	<b>20</b>

<b>Tabla 13.</b> Información del análisis económico.....	<b>22</b>
<b>Tabla 14.</b> Análisis económico.....	<b>22</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Bandejas de germinación de 288, 200 y 128 celdas.....	<b>10</b>
<b>Figura 2.</b> Secuencia de operaciones para las diferentes mediciones. Laboratorio de Horticultura UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	<b>10</b>
<b>Figura 3.</b> Ensayo a campo. CAMDOCEX UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	<b>11</b>
<b>Figura 4.</b> Sistema de riego por goteo. CAMDOCEX UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.....	<b>12</b>
<b>Figura 5.</b> Plantines a los 30 días después de la siembra.....	<b>19</b>
<b>Figura 6.</b> Plantines a los 35 días después de la siembra.....	<b>19</b>
<b>Figura 7.</b> Plantines a los 45 días después de la siembra.....	<b>20</b>

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la calidad de plantines de lechuga en diferentes tipos de bandejas de germinación, fecha de trasplante y rendimiento a campo se sembró un cultivar de lechuga repollada (*Lactuca sativa* var. *capitata*), el diseño experimental fue en parcelas divididas; siendo las principales: trasplante a 35 días y 45 días postsiembra, mientras que las subparcelas se correspondieron con la cantidad de celdas por bandeja de germinación: 128, 200 y 288 celdas. El marco de plantación a campo fue de 0,35 m entre hileras y 0,25 m entre plantas, el riego se efectuó mediante un sistema de goteo. Los resultados en etapa de plantín, evaluados a los 30, 35 y 45 días postsiembra, mostraron un mayor número de hojas, longitud de raíces, altura de plántula, peso fresco y seco de la parte aérea y raíces para los plantines obtenidos en bandejas de 128 celdas seguido de las bandejas de 200 celdas y finalmente las de 288. A cosecha los resultados presentaron diferencias estadísticas significativas para los tipos de bandejas de germinación y fechas de trasplante siendo el rendimiento en peso fresco total ( $\text{kg ha}^{-1}$ ): 32274 (a); 42346 (bc) y 50236 (bcd) para 288, 200 y 128 celdas respectivamente trasplantadas a 45 días; y 40416 (ab); 50643 (cd) y 56484 (d) para el trasplante a 35 días.

## SUMMARY

In order to evaluate the quality of seedlings of different types of lettuce germination trays, transplant date and return to the field was planted cultivar of iceberg lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata*), the experimental design was split plot, being major: transplant to 35 days and 45 days post seeding, while subplots corresponded to the number of cells by germination tray: 128, 200 and 288 cells. The area under plantation was 0.35 m between rows and 0.25 m between plants, irrigation was made through a drip system. The results in seedling stage, assessed at 30, 35 and 45 days post seeding, showed a greater number of leaves, root length, seedling height, fresh and dry weight of aerial parts and roots for seedlings obtained in trays 128 cells followed by 200 cell trays and finally 288. To harvest the results show statistically significant differences for types of germination trays and transplant dates being the total fresh weight yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ): 32274 (a), 42346 (bc) and 50236 (bcd) for 288, 200 and 128 cells respectively transplanted at 45 days; and 40416 (ab), 50643 (cd) and 56484 (d) for transplantation to 35 days.



## INTRODUCCIÓN

La horticultura, junto con la fruticultura, representan dos de las actividades intensivas más importantes y desarrolladas del mundo. La lechuga es un cultivo hortícola que pertenece al grupo de “hortalizas de hojas verdes”, al igual que la acelga, espinaca, perejil, apio, cebolla de verdeo y puerro (Cofecyt, 2008).

Las hortalizas pueden cultivarse bajo dos sistemas alternativos: “convencional” u “orgánico”. El primero utiliza los sistemas usuales de producción y prácticas agrícolas, caracterizadas por el uso de agroquímicos, insumos químicos, fertilizantes y pesticidas específicos para el control de plagas y enfermedades. El segundo se caracteriza por la exclusión de todo elemento no natural, prescindiendo completamente de productos químicos (Cofecyt, 2008).

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

La lechuga, en Argentina, se encuentra entre las hortalizas más consumidas y cultivadas del país. Dentro del grupo de “hortalizas de hojas verdes”, la lechuga representa el 49% del volumen total producido en el país (33.000 Tn), seguida por la acelga que representa el 23% (15.890 Tn), luego se encuentra la cebolla de verdeo y en cuarto lugar, la espinaca (Cofecyt, 2008).

Dentro de los cultivos de hoja, la lechuga, tanto las variedades de hoja como de cabeza, conforman una alternativa de los sistemas de producción de campo y bajo cubierta. La misma se presenta en distintas combinaciones dependiendo del nivel tecnológico, el manejo, los canales de comercialización y la estructura de los diversos establecimientos (Kebat y Riccetti, 2006).

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

Las ventajas del trasplante sobre la siembra directa incluyen: menor uso en la cantidad de semillas, menor costo de semillas especialmente en híbridos, permite el uso de especies con dificultad en la germinación o donde el periodo de crecimiento es corto, mayor uniformidad en el crecimiento, superior tolerancia a estrés biológicos que afectan el sistema vascular y radical, floración temprana y precocidad de la producción (Leskovar, 2001).

Otras ventajas del trasplante son el mejor uso de la superficie ya que su ciclo del cultivo se acorta, permite aumentar el número de rotaciones, mejora el control de la población de plantas y espaciamiento, maximiza el uso del agua para irrigación, y facilita el control de malezas. Por lo tanto muchos de los costos de producción a campo (ej. Irrigación, fertilización, labores culturales) son menores comparando con la siembra directa. Algunas desventajas del trasplante es el costo adicional de la planta, por el costo de producción en invernadero y de implantación en el campo (Leskovar, 2001).

La utilización de celdas en la producción de plantines comenzó en 1985, con la aprobación de la bandeja de sistema multicelular, lo que permite obtener plantas más vigorosas y productivas. El sistema de producción en bandejas proporciona un mayor cuidado en la germinación de semillas y la emergencia, un menor costo para controlar las plagas y enfermedades y un alto índice de fijación después de un trasplante (Minami, 1995; Modolo y Tessarioli Neto, 1999).

La obtención de plantines con las bandejas, asegura el mejor resultado en producciones hortícolas. Alcanzar un buen plantín es fundamental, para su manipulación durante el trasplante y para su posterior desempeño a campo.

Un excelente plantín es aquel que tiene un buen desarrollo radicular, un tallo vigoroso, con ausencia o mínima clorosis, libre de plagas y enfermedades, y presenta una altura de 10-15cm (Leskovar, 2001).

La capacidad de un plantín para superar el shock del trasplante depende de cómo soportan los cambios estructurales y funcionales de la raíz, de la capacidad radicular de absorción de agua y nutrientes, y de la capacidad de regeneración de nuevas raíces. La tasa de crecimiento es reducida cuando se utilizan plantines de baja calidad (Leskovar, 2001).

En el mercado existen varios modelos de bandejas de germinación, con diferentes números de celdas, profundidades y varios volúmenes; también su forma es variable

pudiendo ser redondas, piramidales, cilíndricas y con la posibilidad de ser reutilizadas (Modolo y Tessarioli Neto, 1999).

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

Otra de las ventajas de utilizar celda es que al momento del trasplante, las plántulas en la zona radicular tienen adherido sustrato, que evita su deshidratación, principalmente porque el pan radicular va completamente saturado de agua y además mantiene la integridad de las raíces, lo que permite el rápido prendimiento en terreno definitivo y por ende, menor shock al trasplante (Silva y Katherine, 2004).

Una tendencia entre muchos productores comerciales de plantines es hacia más células por bandeja (recipientes más pequeños), lo que aumenta el número de plantas producidas, al tiempo que reduce la necesidad de desarrollar más el espacio de producción de plantines (Vavrina, 1995).

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

Mientras que el uso de envases más pequeños pueden mejorar la eficiencia de la producción de plantines, no está claro cómo las raíces de las plántulas crecen en pequeños volúmenes y cuál es la respuesta en condiciones de campo postrasplante. Un efecto importante de la disminución del tamaño de la celda es que aumenta la restricción del crecimiento radicular de los plantines (Nesmith y Duval, 1998).

Así, un pequeño espacio disponible para las raíces, dificulta el normal suministro de factores de producción para garantizar el crecimiento y desarrollo óptimos de la planta (Menezes Junior *et al.*, 2000).

Las raíces reciben de las partes aéreas de la planta fotosintatos y hormonas, mientras que las porciones aéreas de la planta extraen a través de las raíces, agua y nutrientes. El delicado equilibrio entre raíces y parte aérea puede alterarse cuando el sistema de raíces se restringe a un pequeño volumen enraizable. El desequilibrio resultante puede tener a corto plazo, así como a largo plazo, efectos sobre el crecimiento de las plantas (Leskovar *et al.*, 1990).

La raíz dispara el crecimiento, la acumulación y partición de biomasa, la fotosíntesis, el contenido de clorofila en la hoja, la relación planta-agua, la absorción de nutrientes, la respiración, la floración y el rendimiento, todos estos factores se ven afectados por la restricción radicular y el tamaño de la celda (Nesmith y Duval, 1998). En general, a medida que aumenta el tamaño de la celda aumenta el área foliar, la biomasa aérea y radical de las plántulas (Cantliffe, 1993).

Un óptimo crecimiento de las raíces de los plantines depende de un suelo favorable, agua, fertilidad y el entorno físico de enraizamiento (Leskovar *et al.*, 1990).

Muchas respuestas morfológicas y fisiológicas de las plantas a diferentes tamaños de celdas y condiciones restrictivas para la raíz han sido reportadas. Sin embargo, de mayor interés para el usuario final del plantín es el posterior desempeño de las plántulas a campo (Nesmith y Duval, 1998).

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, pero la longitud de tiempo que una plántula permanece en el recipiente también es uno de los principales factores a considerar (Nesmith y Duval, 1998).

El objetivo es que el plantín sea capaz de continuar rápidamente su crecimiento radicular y disminuir el lapso de tiempo expuesto al “shock del trasplante” para retomar su crecimiento vegetativo, y así poder alcanzar el potencial máximo de productividad (Leskovar, 2001).

Los estudios realizados en lechuga, destacan que, se obtienen los mejores resultados utilizando celdas de mayor volumen, favoreciendo el crecimiento y desarrollo de la estructura foliar y radicular, por lo tanto, estas plántulas tienen menos shock al trasplante. También dan mayor precocidad y las plantas presentan mayor peso de las cabezas a la cosecha, que plántulas provenientes de celdas de menor volumen (Silva y Katherine, 2004).



## ANTECEDENTES

Seabra *et al.* (2002), estudiaron la influencia del tamaño de celda en la producción de lechuga, usando tres tipos de bandejas (128, 200 y 288 celdas) y dos cv. de lechuga iceberg (Raider y Lucy Brown). El trasplante se realizó 29 días después de la siembra cuando tenían 4 hojas verdaderas. En la primera fase las plántulas obtuvieron mayor área foliar, mayor número de hojas, una mayor materia fresca, y la relación entre altura de cabeza y cogollo, cuando las plántulas provenían de bandejas de 128 celdas. La producción se evaluó a los 85 días después de la siembra y se observó que el tipo de cultivar no influyó en la producción total y de cabeza. Las plantas que provienen de los plantines crecidos en bandejas con 288 celdas presentan menor producción total y de cabeza. Las plantas que se originaron a partir de plántulas crecidas en 128 y 200 celdas no presentaron una diferencia significativa de la producción.

Marques *et al.* (2003), observaron el efecto de tres tipos de bandejas en producción de plántulas de lechuga cv. Vera, y su posterior comportamiento a campo. A los 26 días después de la siembra se evaluó la longitud de la raíz y el número de hojas en plántulas. Después de su trasplante a campo, se midieron longitud de raíz y peso fresco y seco de parte aérea. Las mejores plántulas se obtuvieron en bandejas de 128 celdas. En la planta adulta se observó que plántulas de 128 y 200 celdas no presentaron diferencias significativas en el rendimiento de campo. En el tratamiento de 288 celdas, con un menor volumen de sustrato, se obtuvieron plántulas de menor calidad y menor desempeño a campo.

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

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

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

Trani *et al.* (2004), evaluaron el desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L. cv. Vera) producida en diferentes bandejas de poliestireno (200 y 288 celdas) y cuatro sustratos comerciales. Tomaron datos a los cinco, diez, quince y veinte días después de la germinación evaluando altura, número de hojas, estabilidad del terrón y área foliar. Independientemente del tipo de sustrato, bandejas de 200 celdas demostraron ser mejor que las de 288 celdas en el número de hojas y el área foliar durante trasplante (20 días).

Alamo *et al.* (2006), evaluaron el efecto del tamaño de celdas sobre el crecimiento y calidad de los plantines de lechuga bajo invernadero utilizando cv. Gallega de invierno, en tres tipos de bandejas multiceldas de volumen variable (12, 20 y 46 cm<sup>3</sup>) midiendo número de hojas, longitud de raíces, altura, peso fresco y seco de hojas, tallo y raíz, materia seca y relación vástago/raíz. En las celdas de 20 y 46 cm<sup>3</sup> se obtuvieron diferencias estadísticas logrando plantines de mejor calidad y un adelanto en el establecimiento de la planta luego del trasplante respecto a las celdas de menor volumen.

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

Juri *et al.* (2009), evaluaron los efectos del tamaño de celda en la respuesta pretrasplante 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.

Sinde y Garbi (2008), observaron que el tamaño de celda influye sobre el crecimiento de la planta, según el tiempo de permanencia en la bandeja. El trabajo tuvo como objetivo definir el momento a partir del cual el tamaño de celda comienza a ser restrictivo para el crecimiento de plantines de lechuga, estudiando el efecto del volumen de celda, el espacio aéreo entre plantas y la interacción de estos factores sobre la evolución del crecimiento del

plantín. Se produjeron plantines en bandejas con celdas de: 21 cm<sup>3</sup>, 11 cm<sup>3</sup> y 5 cm<sup>3</sup>, sembradas a dos distancias aéreas: normal para la bandeja y plantas equidistantes en todas las bandejas. Desde los 9 días hasta los 37 días después de la emergencia (DDE) se determinó: peso seco aéreo, radical, total, área foliar y longitud de raíces. Las celdas de menor tamaño afectaron negativamente las distintas variables relacionadas al crecimiento, obteniéndose plantas de menor número de hojas, peso seco, área foliar y longitud de raíces. Este efecto se manifestó tempranamente, progresando al incrementarse la cantidad de días en bandejas, observándose mayor efecto restrictivo a partir de los 23 DDE. El peso seco de raíz respondió más tardíamente, mientras que el área foliar se mostró muy sensible. Las características que definen la calidad del plantín son modificadas por el tamaño de la celda, siendo también de importancia el tiempo que la planta permanece en esas condiciones de crecimiento.

En el cinturón hortícola de Río Cuarto, se obtienen plantines de distintos cultivares de lechuga en diferentes tipos de bandejas, siendo trasplantados en distintos momentos, no existiendo estudios que evalúen el impacto de éstas variables sobre la calidad del plantín y su posterior comportamiento a campo.

## **HIPÓTESIS**

La producción de plantines de lechuga en celdas de mayor volumen y trasplantados en el momento adecuado (4-5 hojas verdaderas, entre 30 y 45 días postsiembra), permitirá obtener plántulas de mejor calidad hortícola, traducándose en mejores rendimientos a campo.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar los efectos del tamaño de la celda y la edad del plantín al trasplante sobre diferentes características morfológicas de las plántulas de lechuga en la etapa de producción de plantines y su comportamiento postrasplante.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar número de hojas, longitud de raíces, altura de plántula y peso fresco y seco de la parte aérea y de las raíces durante la etapa de producción del plantín.
- Evaluar a cosecha el peso fresco individual de la parte aérea expresado como rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) para cada uno de los tratamientos.
- Realizar un análisis económico y determinar la mejor alternativa para la producción de plantines.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se inició en el mes de agosto del año 2011 y se realizó en el Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX) de la Universidad Nacional de Río Cuarto, en la ciudad de Río Cuarto, Provincia de Córdoba, Argentina.

### CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE

El clima de la región es templado-subhúmedo, con un régimen de precipitaciones monzónica, es decir, concentrado en el período primavera-verano (el 80% de las lluvias ocurre entre octubre y Abril), con una precipitación media anual de 801 mm. La Temperatura Máxima Anual: 23,18 °C; Temperatura Mínima Anual: 10,2 °C, Temperatura Media Anual: 16,3 °C. El período libre de heladas en Río Cuarto es de 256 días y va desde mediados de septiembre a mediados de mayo (Adesur, 1999).

El Departamento Río Cuarto está ubicado en la región caracterizada como llanuras bien drenadas con invierno seco. La zona presenta un paisaje de planicie intermedia con relieve normal-subnormal, suavemente ondulado a ondulado; con pendientes largas, de gradientes entre 0,5-1%. En el del 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).

### ETAPA DE PRODUCCIÓN DEL PLANTÍN

La siembra se realizó en bandejas de germinación de diferentes volúmenes de celdas y se colocaron en invernadero en la ciudad de Río Cuarto, con el objetivo de lograr condiciones ambientales uniformes durante la etapa de germinación y crecimiento de los plantines. El sustrato que se utilizó es a base de turba *Sphagnum* y aditivos. Se utilizaron bandejas de germinación con diferentes número y volumen de celdas (Tabla 1): 128 celdas, 200 celdas y 288 celdas, el total de bandejas que se usaron fue de 4, 3 y 2 respectivamente (todas las bandejas miden exteriormente 28cm. x 54,5cm).

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

Modelo	Número de celdas	Volumen de celda
128	128 (8×16)	Aprox. 24 cm <sup>3</sup>
200	200 (10×20)	Aprox. 13 cm <sup>3</sup>
288	288 (12×24)	Aprox. 6 cm <sup>3</sup>



**Figura 1.** Bandejas de germinación de 288, 200 y 128 celdas.

La lechuga utilizada fue repollada var. “Getto” de Kaneco Seed (*Lactuca sativa* var. *capitata*). En esta etapa los tratamientos fueron 3 (tres), y se correspondieron con el número de celdas por bandeja de germinación: 128, 200 y 288 celdas. Durante la etapa de crecimiento de los plantines se evaluó número de hojas, longitud de raíces (cm), altura de plántula (cm), peso fresco y seco de la parte aérea y de las raíces (gr). Para ello se extrajo una muestra de 10 plantines al azar para cada tipo de bandeja de germinación a los 30, 35 y 45 días después de la siembra (DDS). Los plantines se lavaron, se realizaron las mediciones, y se llevaron a estufa durante 48 hs a 90 °C hasta lograr peso constante (Figura 2). Los datos se analizaron estadísticamente con el programa Infostat, aplicando ANAVA y análisis de comparación de medias con el test de LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 2.** Secuencia de operaciones para las diferentes mediciones. Laboratorio de Horticultura UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

## ETAPA DE PRODUCCIÓN A CAMPO

El resto de los plantines se llevaron a un lote ubicado en el Campo Experimental (CAMDOCEX), de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina (33°06'23.78" S 64°17'54.83" O y 432 msnm), trasplantados a los 35 y 45 días después de la siembra (DDS).

Los tratamientos fueron 6 (seis), y se correspondieron con el número de celdas por bandeja de germinación y con los DDS a los que se realizó el trasplante: 128 T35, 200 T35, 288 T35, 128 T45, 200 T45 y 288 T45.

El diseño experimental fue en parcelas divididas; las parcelas principales fueron: Trasplante a los 35 días (T35) y a los 45 días (T45) DDS, mientras que las subparcelas se correspondieron con el número de las celdas: 128 celdas, 200 celdas y 288 celdas. El tamaño de las subparcelas fue de 3,5 m<sup>2</sup>, con un total de 40 plantas. El marco de plantación utilizado fue de 0,35 m entre hileras y 0,25 m entre plantas (Figura 3).



**Figura 3.** Ensayo a campo. CAMDOCEX UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

El riego a campo se efectuó empleando un sistema por goteo. Para establecer la línea de riego se utilizó una tubería de PEBD ubicada en la cabecera de los surcos, donde se colocaron mediante el uso de conectores líneas de cinta de riego dispuestas en cada una de las hileras de plantación, con tres emisores por metro lineal. El caudal de la tubería fue de 2 L. h<sup>-1</sup>. (Figura 4).



**Figura 4.** Sistema de riego por goteo. CAMDOCEX UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

El control de maleza se realizó, de forma manual, en dos oportunidades. Durante la etapa a campo se aplicó de manera preventiva alfacipermetrina (insecticida) y fosetil-Al (fungicida, sistémico). También se fertilizó el cultivo con Poly-NPK, que contiene nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos.

Al momento de la cosecha se evaluó peso fresco individual de la parte aérea (gr) y rendimiento total ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Los datos se analizaron estadísticamente con el programa Infostat, aplicando ANAVA y análisis de comparación de medias con el test de LSD Fisher ( $p \leq 0,05$ ).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ETAPA DE PRODUCCIÓN DEL PLANTÍN

- Efecto entre tamaño de celdas

#### *Número de hojas*

Al analizar la cantidad de hojas en relación al número de celdas, se encontraron diferencias estadísticas significativas. El número de hojas mantiene la tendencia de disminuir al aumentar el número de celdas por bandeja de germinación. Esto se puede observar, en las tres fechas de evaluación, a los 30, 35 y 45 DDS.

**Tabla 2.** Número de hojas, por plántula, en función de las diferentes bandejas de germinación.

Nº de celdas	Número de hojas		
	Días (DDS)		
	30	35	45
128	3,75 a	4,35 a	5,90 a
200	3,35 b	3,95 b	5,00 b
288	2,80 c	3,45 c	4,15 c

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

Al aumentar el número de celdas por bandeja, el volumen de cada una de ellas disminuye, esto genera una restricción al crecimiento radicular y culmina afectando el normal desempeño de la plántula. Resultados semejantes fueron encontrados por Cantliffe (1993), que determinó que al incrementarse el volumen de las celdas aumenta el área foliar, la biomasa aérea y radical de las plántulas.

#### *Longitud de raíces*

Al evaluar estadísticamente la longitud de raíces, de manera conjunta, con el número de celdas por bandeja de germinación, se encontraron diferencias muy notorias. Se determinó que la longitud de las raíces disminuyó al disminuir el volumen por celda.

**Tabla 3.** Longitud de raíces, por plántula, en función de las diferentes bandejas de germinación.

Nº de celdas	Longitud de raíz (cm)		
	Días (DDS)		
	30	35	45
<b>128</b>	13,96 a	10,47 a	12,04 a
<b>200</b>	11,92 a	8,99 b	9,66 b
<b>288</b>	7,15 b	7,92 b	7,67 c

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

Esto coincide con lo expuesto por Nesmith y Duval (1998), que observaron un incremento en la restricción al crecimiento radicular del plantín al disminuir el tamaño de las celdas. A causa del menor crecimiento radicular, se genera un desequilibrio entre la parte aérea y las raíces, afectando el normal desarrollo y crecimiento de la planta (Leskovar *et al.*, 1990).

#### **Altura de plántula**

La altura de la plántula responde en diferentes volúmenes de celdas. Como se observa en Tabla 4, a medida que se incrementa el número de celdas por bandeja de germinación, la altura del plantín, disminuye.

**Tabla 4.** Altura de plántula, en función de las diferentes bandejas de germinación.

Nº de celdas	Altura de plántula (cm)		
	Días (DDS)		
	30	35	45
<b>128</b>	4,33 a	4,31 a	4,94 a
<b>200</b>	3,46 b	3,72 b	3,91 b
<b>288</b>	2,91 c	2,59 c	2,54 c

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

Al haber un mayor espacio para la exploración de las raíces, se logra un mayor desarrollo de las mismas y se traduce en un incremento de la parte aérea. Al analizar los valores (Tabla 4), se observa una coincidencia con lo determinado por Nesmith y Duval

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

***Peso fresco y seco de la parte aérea y de las raíces (gr)***

Al analizar estadísticamente los datos de Tabla 5 y 6, se encontró una diferencia significativa en la mayoría de las variables involucradas. El peso, tanto verde como seco de la parte aérea y la raíz, presentaron una tendencia a disminuir a medida que aumenta el número de celdas por bandeja de germinación. Si bien, en el peso seco de la parte aérea, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para las situaciones de 128 y 200 celdas hasta los 35 DDS, en las otras dos fechas se mantuvo la misma tendencia del resto de los valores analizados.

**Tabla 5.** Peso verde y seco individual de la parte aérea (gr), en función de las diferentes bandejas de germinación.

N° de celdas	Peso verde (parte aérea)			Peso seco (parte aérea)		
	Días (DDS)					
	30	35	45	30	35	45
<b>128</b>	0,38 a	0,48 a	1,03 a	0,04 a	0,07 a	0,18 a
<b>200</b>	0,26 b	0,37 b	0,56 b	0,03 a	0,06 a	0,10 b
<b>288</b>	0,18 c	0,16 c	0,21 c	0,02 b	0,03 b	0,04 c

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

**Tabla 6.** Peso verde y seco individual de las raíces (gr), en función de las diferentes bandejas de germinación.

N° de celdas	Peso verde (raíz)			Peso seco (raíz)		
	Días (DDS)					
	30	35	45	30	35	45
<b>128</b>	0,47 a	0,54 a	1,13 a	0,02 a	0,03 a	0,09 a
<b>200</b>	0,19 b	0,35 b	0,69 b	0,01 b	0,02 b	0,07 b
<b>288</b>	0,11 c	0,15 c	0,29 c	0,01 c	0,02 c	0,02 c

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

La raíz sufre una restricción en las bandejas de mayor cantidad de celdas (por menor volumen de exploración, fertilidad y agua), se obtiene un menor crecimiento, desarrollo de la planta y menores pesos verde y seco del plantín. Si bien, en esta etapa es apresurado marcar una tendencia de lo que ocurrirá con el rendimiento a campo, se puede predecir la respuesta del plantín al trasplante. Un mayor peso del plantín, significa que tuvo un buen desarrollo y crecimiento, y por lo tanto su shock al trasplante, podría ser menor. Silva y Katherine (2004), obtuvieron mejores resultados en celdas de mayor volumen, favoreciendo el crecimiento y desarrollo de la estructura foliar y radicular de las plántulas, por lo tanto, éstas presentaron un menor shock al trasplante permitiendo obtener un mayor peso de las cabezas a la cosecha.

En este contexto los resultados concuerdan con los obtenidos por Cesconeto *et al.* (2001), quienes encontraron que las plántulas con 30 días de edad se desempeñan mejor en bandejas de germinación de 128 y 200 celdas en comparación con las bandejas de germinación con 288 celdas.

- **Efecto entre edad del plantín**

***Número de hojas***

Al analizar el número de hojas por plantín, en las diferentes fechas, se observó una diferencia estadística significativa. En los tres tipos de bandejas de germinación, el número de hojas se incrementó, al aumentar el tiempo de permanencia de la plántula en la celda.

**Tabla 7.** Número de hojas, por plántula, en función de las diferentes fechas de evaluación.

Número de hojas		N° de celdas		
		128	200	288
Días (DDS)	30	3,75 a	3,35 a	2,80 a
	35	4,35 b	3,95 b	3,45 b
	45	5,90 c	5,00 c	4,15 c

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

Todos los tratamientos mostraron la misma tendencia. En bandejas de 128 celdas, el número de hojas aumento en una mayor proporción que los plantines provenientes de bandejas de 200 y 288 celdas. Silva y Katherine (2004), destacan que utilizando celdas de mayor volumen, se logra una mayor precocidad y se obtienen los mejores rendimientos, comparado con plántulas provenientes de celdas de menor volumen.

### *Longitud de raíces*

La longitud de raíces, respondió a los diferentes días después de la siembra (DDS). Lo importante de destacar es que en bandejas de 288 celdas, se obtuvo la menor longitud de raíces. La mayor longitud de raíces se encontró en bandejas de 128 celdas, y en bandejas de 200 celdas la longitud de raíces fue intermedia.

**Tabla 8.** Longitud de raíces, por plántula, en función de las diferentes fechas de evaluación.

Longitud de raíz (cm)		N° de celdas		
		128	200	288
Días (DDS)	30	13,96 b	11,92 b	7,15 a
	35	10,47 a	8,99 a	7,92 a
	45	12,04 ab	9,66 ab	7,67 a

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

Al observar los valores presentes en la Tabla 8, la tendencia de la longitud de raíces en las diferentes fechas de evaluación es errática. Al aumentar el número de días del plantín en la celda, la raíz al crecer se enredaba, dificultando su medición. Probablemente hubiese sido necesario recurrir a otro método de medición, y además, aumentar el número de plántulas en cada muestreo para reducir ese error. A pesar de este inconveniente, en la Tabla 11, se puede corroborar que la parte radicular mantiene la tendencia de aumentar con los días, al analizar los valores del peso verde y seco de las raíces para las diferentes fechas de evaluación.

### *Altura de plántula*

La altura de la planta presentó diferencias significativas en bandejas de 128 y 200 celdas con una tendencia de aumentar en el tiempo, principalmente estas diferencias se acentuaron a los 45 DDS. En bandejas de 288 celdas no existió diferencia para ninguna de las fechas analizadas, el crecimiento de la parte aérea se mantuvo estable.

**Tabla 9.** Altura de plántula, en función de las diferentes fechas de evaluación.

Altura de plántula (cm)		N° de celdas		
		128	200	288
Días (DDS)	30	4,33 a	3,46 a	2,91 a
	35	4,31 a	3,72 ab	2,59 a
	45	4,94 b	3,91 b	2,54 a

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

Menezes Junior *et al.* (2000), concuerdan con lo expuesto en Tabla 9. Estos determinaron que un pequeño espacio disponible para las raíces, dificulta el normal suministro de factores de producción para garantizar el crecimiento y desarrollo óptimos de la planta.

Bandejas de germinación, con escaso volumen de celdas, genera una restricción para el crecimiento de las raíces, y afecta la parte aérea de la plántula (Nesmith y Duval, 1998).

***Peso fresco y seco de la parte aérea y de las raíces (gr)***

En las Tablas 10 y 11, puede verse que el peso verde y seco de la parte aérea y raíces, incrementó desde los 30 DDS a los 45 DDS. En el peso verde de la parte aérea y de las raíces, hay datos entre los que no se encontraron diferencias significativas, pero mantienen la tendencia general de incrementarse con el paso de los días en la bandeja de germinación.

**Tabla 10.** Peso fresco y seco individual de la parte aérea (gr), en función de las diferentes fechas de evaluación.

	Días (DDS)	N° de celdas		
		128	200	288
<b>Peso verde (parte aérea)</b>	<b>30</b>	0,38 a	0,26 a	0,18 a
	<b>35</b>	0,48 a	0,37 b	0,16 a
	<b>45</b>	1,03 b	0,56 c	0,21 b
<b>Peso seco (parte aérea)</b>	<b>30</b>	0,04 a	0,03 a	0,02 a
	<b>35</b>	0,07 b	0,06 b	0,03 b
	<b>45</b>	0,18 c	0,10 c	0,04 c

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

**Tabla 11.** Peso fresco y seco individual de las raíces (gr), en función de las diferentes fechas de evaluación.

	Días (DDS)	N° de celdas		
		128	200	288
<b>Peso verde (raíz)</b>	<b>30</b>	0,47 a	0,19 a	0,11 a
	<b>35</b>	0,54 a	0,35 b	0,15 a
	<b>45</b>	1,13 b	0,69 c	0,29 b
<b>Peso seco (raíz)</b>	<b>30</b>	0,020 a	0,015 a	0,009 a
	<b>35</b>	0,035 b	0,025 a	0,016 b
	<b>45</b>	0,088 c	0,065 b	0,023 c

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

Las variables analizadas responden positivamente a los DDS. Esto demuestra la importancia que tiene la cantidad de días en que los plantines permanecen en la bandejas de germinación. Esto coincide con lo explicado por Sinde y Garbi (2008), que definieron que la calidad del plantín es modificada por el tamaño de la celda, siendo también de importancia el tiempo que la planta permanece en condiciones de restricción radicular.

Las plántulas que provienen de bandejas de 128 y 200 celdas, alcanzan las condiciones de plantín ideal de manera más temprana, es por esto que pueden ser trasplantadas sin inconvenientes a los 30 y 35 DDS (mayor precocidad). En cambio, las plántulas de bandejas de 288 celdas, tienen un crecimiento y desarrollo menor, y necesitan ser trasplantadas entre 35 y 45 DDS, para permitirles alcanzar mejores condiciones y con ello sufrir un menor shock del trasplante. Resende *et al.* (2003), determinaron que las plántulas pueden ser trasplantadas a 22-38 días de la siembra cuando se utilizan bandejas con 128 y 200 celdas, con una preferencia por períodos más cortos (22-30 días). Para bandejas de 288 celdas, las plántulas se trasplantan luego de los 38 días de la siembra.

Las Figuras 5, 6 y 7 muestran los plantines obtenidos en cada bandeja de germinación y en cada fecha de evaluación.



**Figura 5.** Plantines a los 30 días después de la siembra.



**Figura 6.** Plantines a los 35 días después de la siembra



**Figura 7.** Plantines a los 45 días después de la siembra.

## ETAPA DE PRODUCCIÓN A CAMPO

- **Rendimiento total (kg MV ha<sup>-1</sup>)**

El rendimiento a campo, en peso verde, disminuyó a medida que la cantidad de celdas por bandejas de germinación aumentó. Al comparar las bandejas de germinación, se determinó que la diferencia de rendimiento entre bandejas de germinación de 128 y 200 celdas es menor que la existente entre las bandejas de 200 y 288 celdas. Esta tendencia se mantuvo en las dos fechas de trasplante (T35 y T45).

**Tabla 12.** Rendimiento total, en función del número de celdas por bandeja de germinación y fecha de trasplante.

Tratamientos		Rendimiento (kg MV ha <sup>-1</sup> )
Número de Celdas	Trasplante	
288	T45	32274 a
288	T35	40416 ab
200	T45	42346 bc
128	T45	50236 bcd
200	T35	50643 cd
128	T35	56484 d

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

Como se observa en Tabla 12, independientemente de la fecha de trasplante, en las bandejas de 288 celdas se obtuvo el menor rendimiento. Esto ocurre por la restricción al crecimiento radicular, lo que termina afectando al normal desarrollo y crecimiento de la planta (Nesmith y Duval, 1998; Bennett, 2010).



Los resultados alcanzados en este proyecto coinciden con lo expresado por Seabra *et al.* (2002) y Marques *et al.* (2003), quienes establecieron que las plantas que provienen de los plantines crecidos en bandejas con 288 celdas presentan menor desempeño a campo y producción total, respecto a las plantas provenientes de plántulas crecidas en bandejas de 128 y 200.

Al analizar bandejas de germinación con igual número de celdas, el rendimiento en T45 siempre estuvo por debajo de T35. Esto, de cierta manera, no coincide con lo expuesto en la etapa de plantín, en donde todas las variables medidas presentaron un crecimiento significativo con el transcurso del tiempo, siendo este crecimiento mayor en plántulas sembradas en celdas de 24 cm<sup>3</sup> (bandejas de 128 celdas) y con mayor tiempo de permanencia en invernadero (45 DDS). La razón de tal circunstancia, es que el plantín sufre un envejecimiento fisiológico causado por el volumen restrictivo de la celda, para todas las situaciones a los 45 DDS, y una vez realizado el trasplante, la planta no presenta las mejores condiciones fisiológicas para un adecuado crecimiento y desarrollo, y con ello se afecta su rendimiento total.

Esto concuerda con Reghin *et al.* (2007), quienes trabajaron en achicoria (*Cichorium endivia* L.), y determinaron que los mayores rendimientos se lograron con un trasplante a los 30 y 35 días post siembra, y una producción inferior cuando el trasplante se realizó a los 25 y 42 días desde la siembra. Leskovar (2001), explico que el crecimiento del plantín, una vez establecido a campo, depende de su edad cronológica y fisiológica. Debido a los diferentes medios ambientales y culturales, es difícil generalizar acerca de la edad ideal del trasplante.

## **ANÁLISIS ECONÓMICO**

Es importante evaluar económicamente todo el ciclo del cultivo, para determinar la mejor relación entre costo de producción por plantín, superficie necesaria durante la etapa de invernadero y su rendimiento a campo.

Para realizar una hectárea del cultivo analizado, con un marco de plantación de 0,35 m entre hileras y 0,25 m entre plantas, se necesitan 114.285 plantines. Para lograr esa totalidad se requieren 892 bandejas de germinación de 128 celdas, 571 bandejas de germinación de 200 celdas y 396 bandejas de germinación de 288 celdas. En la Tabla 13 se detallan los costos para cada situación.

**Tabla 13.** Información del análisis económico.

<b>Bandeja de germinación (N° de celdas)</b>	<b>N° de bandejas de germinación</b>	<b>Superficie en bandejas de germinación (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Costo por plantín (\$/plantín) *</b>	<b>Costo por ha. (\$/ha)</b>
<b>128</b>	892	136,1	0,08	9225
<b>200</b>	571	87,1	0,049	5604
<b>288</b>	396	60,42	0,034	3916

(\*) Incluye bandejas de germinación, sustrato, semilla y mano de obra.

En la Tabla 14 a partir del rendimiento obtenido en el presente proyecto, se calculó el ingreso total, por la venta de la producción en el Mercado de Abasto de Río Cuarto (MARC). El precio de referencia por kilogramo de lechuga es de \$4 (consultado 13/11/2012, en MARC).

**Tabla 14.** Análisis económico

<b>Bandeja de germinación (N° de celdas)</b>	<b>Rendimiento en T35 (kg MV ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ingreso (\$/ha)</b>	<b>Costo (\$/ha)</b>	<b>Beneficio Bruto (\$/ha)</b>
<b>128</b>	56484	225936	9225	216711
<b>200</b>	50643	202572	5604	196968
<b>288</b>	40416	161664	3916	157748

Al analizar los resultados económicos, la utilización de bandejas de germinación de 128 celdas fue la opción más indicada. Es importante destacar que la cosecha se realizó de manera total, pudiéndose obtener otros resultados si la cosecha hubiese sido de manera escalonada. Esto permitió destacar la menor cantidad de días necesarios para que las plantas crecidas en bandejas de germinación de 128 celdas alcancen el tamaño adecuado para su comercialización. Pero es necesario considerar que al utilizar este tipo de bandejas se requiere de una mayor superficie en invernaderos (plantinera) para poder colocar a todas las plantas bajo condiciones ambientales adecuadas.

## CONCLUSIONES

- La utilización de bandejas con mayor volumen de celdas permitió obtener un plantín de mejor calidad hortícola, un adelantamiento en el tiempo a cosecha y un mayor rendimiento del cultivo.
- La edad del plantín al momento del trasplante afecta considerablemente el rendimiento posterior del cultivo a campo, principalmente cuando es menor el volumen de celda en la producción del plantín.
- La producción de plantines de lechuga en bandejas de mayor volumen de celdas es más conveniente económicamente, a pesar de requerir más sustrato, mayor número de bandejas y mano de obra, los ingresos obtenidos por la diferencia de rendimiento supera en mayor medida los costos adicionales, cuando se efectúa una cosecha total del cultivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADESUR. 1999. Asociación interinstitucional para El sur de Córdoba. Plan director. 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.
- BENNETT, M.A. 2010. Calidad de trasplantes de hortalizas. American Vegetable Grower. Universidad Estatal de Ohio. En: [www.hortalizas.com/articulo/4465/calidad-de-trasplantes-de-hortalizas](http://www.hortalizas.com/articulo/4465/calidad-de-trasplantes-de-hortalizas). Consultado: 04-10-2012.
- CANTERO GUTIERREZ, A.; E.M. BRICCHI; V.H. BECERRA; J.M. CISNERO y H.A. GIL. 1986. Zonificación y descripción de las tierras del departamento de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Pág. 78.
- CANTLIFFE, D.J. 1993. Pre and postharvest practices for improved vegetable transplant quality. **HortTechnology** 3:415-417.
- CARLUCCIO. 2012. Bandejas de germinación. En: [www.ingcarluccio.com.ar/base.html](http://www.ingcarluccio.com.ar/base.html). Consultado: 15-10-2012.
- CESCINETTO, A.O.; V.A. LAURA y S. FAVERO. 2001. Tamanho de bandeja para a produção de mudas de alface cv Verônica em Campo Grande – MS. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n.2, 3 p. **En:** RESENDE, G.M.; J.E. YURI; J.H. MOTA; R.J. SOUZA; S.A.C. FREITAS y J.C. RODRIGUES JUNIOR. 2003. Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 558-563.
- COFECYT. 2008. Hortalizas de hojas. En: [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: 03-10-2012.
- JURI, M.S.; M.G. RICARDES; M.G. MINERVINI; S. FERNÁNDEZ; M.E. ALVAREZ; M.S. GIULIANO y E.L. VILLAGRA. 2009. Evaluación de efectos del tamaño del contenedor sobre lechuga (*Lactuca sativa* L.) en etapas de pre-transplante y

cosecha. **XXXIII Congreso Argentino de Horticultura**. Libro de resúmenes. Rosario, Santa Fe, Argentina. Pág. 313.

- KEBAT, C. y A. RICCETTI. 2006. Lechuga: manejo y comercialización. **Boletín hortícola**. Año 11. Número 32.
- LESKOVAR, D.I.; D.J. CANTLIFFE y P.J. STOFFELLA. 1990. **Root growth and rootshoot interaction in transplants and direct seeded pepper plants**. J. Expt. Bot. 30:249354.
- LESKOVAR, D.I. 2001 Producción y ecofisiología del transplante hortícola. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- 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.
- MARQUES, P.A.A.; P.V. BALDOTTO; A.C.P. SANTOS y L. OLIVEIRA. 2003. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 649-651.
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; H.S. FERNANDES; C.R. MAUCH y J.B. SILVA. 2000. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 164-170.
- MINAMI, K. 1995. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 135 p.
- MODOLO, V.A. y J. TESSARIOLI NETO. 1999. Desenvolvimento de mudas de quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L). Moench] em diferentes tipos de bandeja e substrato. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 2, p. 377-381.
- NESMITH, D.S. y J.R. DUVAL. 1998. The effect of container size. **HortTechnology** October-December 1998 8(4).
- REGHIN, M.Y.; R.F. OTTO; J.R. OLINIK y C.F.S. JACOBY. 2007. Produtividade da chicória (*Cichorium endivia* L.) em função de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas. **Ciênc. agrotec.**, lavras, vol.31, n.3, p.739-747.

- RESENDE, G.M.; J.E. YURI; J.H. MOTA; R.J. SOUZA; S.A.C. FREITAS y J.C. RODRIGUES JUNIOR. 2003. Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 558-563.
- SEABRA JUNIOR, S.; J. GADUM; L.F. VILLANI PURQUERIO; L.M. GONÇALVESTELLES ; N.DA SILVA y R. GOTO. 2002. Produção de alface americana em função de tipos de bandeja. **UNESP-FCA, Departamento de Produção Vegetal/Horticultura**. Botucatu, Brazil.
- SILVA, S. y R. KATHERINE. 2004. **Evaluar tres tamaños de celdillas de bandejas de speedling, sobre la calidad de las plántulas y la producción de una variedad de lechuga (*Lactuca sativa* L.) tipo escarola**. Tesis (Ing. Agr.). Santiago, Chile. p 89.
- SINDE, A. y M. GARBI. 2008. Evaluación del crecimiento de plantines de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en bandejas de germinación con distinto tamaño de celda. En: [www.hort.unlu.edu.ar/sites/www.hort.unlu.edu.ar/files/site/Tesis%20Sinde.pdf](http://www.hort.unlu.edu.ar/sites/www.hort.unlu.edu.ar/files/site/Tesis%20Sinde.pdf). Consultado: 03-10-2012.
- TRANI, P.E.; M.D.C.S.S. NOVO; M.L. CAVALLARO JÚNIOR y L.M.G. TELLES. 2004. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.290-294.
- ULLE, J.A. 2003. Relación parte aérea – radicular en plantines de lechuga en contenedor con distintos volúmenes de celdas y mezclas de sustratos. **XXVII Congreso Argentino de Horticultura**. Libro de Resúmenes. Villa de Merlo, San Luis, Argentina. Pág. 49.
- VAVRINA, C.S. 1995. **An introduction to the production of containerized vegetable transplants**. Univ. of Florida, Gainesville, Coop. Ext. Serv., Bul. 302.