



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final de Grado para acceder al título de Ingeniero Agrónomo

**EFFECTOS DEL VOLUMEN DEL CONTENEDOR EN EL
RENDIMIENTO DE UN CULTIVO DE LECHUGA
(*Lactuca sativa* L.)**

AUTOR: TERRÁNEO, Federico

DNI: 33.233.196

DIRECTOR: Ing. Agr. M. Sc. Fabricio Salusso

CO-DIRECTOR: Ing. Agr. Diego Ramos

Río Cuarto – Córdoba

Diciembre/2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: **“Efectos del volumen del contenedor en el rendimiento de un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.)**

Autor: Federico Terráneo

Director: Ing. Agr. M. Sc. Fabricio Salusso

Co - Director: Ing. Agr. Diego Ramos

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

Ing. Ftal M. Sc. Marcela Demaestri _____

Ing. Agr. Gastón Pautasso _____

Ing. Agr. M. Sc. Fabricio Salusso _____

Fecha de Presentación: _____ / _____ / _____

Aprobado por Secretaría Académica: _____ / _____ / _____

Secretario Académico: _____

Firma

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a mis padres, Héctor y Nancy, por el apoyo incesante que me brindaron, por darme siempre la contención emocional y económica necesaria a lo largo de toda mi carrera universitaria. A los dos gracias, por ser un sustento incondicional y por estar siempre a mi lado.

A mi novia por estar cada momento, porque supo brindarme su apoyo durante momentos difíciles en los cuales gracias a sus palabras y contención pude salir adelante.

A mis hermanas porque además de haber compartido todo, tienen la capacidad de saber en qué momento decir cada palabra y dar un consejo de gran ayuda para mí. Gracias no solo por ayudarme en gran manera a concluir el desarrollo de esta tesis, sino por todos los bonitos momentos que pasamos en el proceso. Muchas gracias hermanas.

Quisiera también agradecer a todos mis compañeros y amigos tanto de la facultad como de la vida, que estuvieron presentes en la realización y desarrollo de esta carrera, sin ellos no hubiese sido posible llegar a estas instancias.

Por último, quisiera agradecer a la Universidad Nacional de Río Cuarto por brindarme la posibilidad de tener un estudio de calidad y gratuito. Agradezco a la cátedra de Horticultura de la Universidad Nacional de Río Cuarto por permitirme trabajar con ellos siendo parte de un proyecto.

A Fabricio Salusso quien me dio la posibilidad de desarrollarme en este trabajo, con su mejor predisposición me guio, acompañó y aconsejó durante el trazado de este trabajo final de grado. Gracias.

DEDICATORIA

El presente trabajo final de mi carrera de grado, se lo dedico a mis padres Héctor y Nancy. A mi Madre por haberme apoyado en todo momento, por sus constantes consejos, su enseñanza basada en valores y respeto, pero más que nada, por su cariño y contención brindados. A mi Padre por su ejemplo de perseverancia y constancia, por el valor mostrado para salir adelante, por la motivación constante. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ustedes.

A mi novia Micaela, por ser un pilar fundamental durante el desarrollo final de mi carrera y por no dejarme bajar los brazos ni en los momentos más difíciles, por estar siempre brindando su apoyo y palabras de aliento para continuar. Por siempre creer en mí, por recordarme que con sacrificio y dedicación todo se puede, gracias amor.

A mis hermanas, Belén y Regina, quienes a pesar de todo siempre estuvieron ahí, siempre acompañándome y brindando sus palabras que por pequeñas que parecían, para mí fueron de gran ayuda.

Por último y no por ello menos importante, a mis abuelos María y Luís que siempre me brindaron su amor y que hoy desde donde quieran que estén me están guiando en cada paso que doy. A mis tías que siempre estuvieron presentes y a mis primos que son para mí como mis hermanos de corazón.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY	X
INTRODUCCIÓN.....	1
1. Cultivo de lechuga.....	1
1.1 Producción mundial, nacional y local	1
1.2 Origen de la especie	2
1.3 Morfología de la especie	2
1.4 Requerimientos climáticos	3
2 Producción de plantines en bandejas de germinación.....	3
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	7
3.1 Hipótesis	7
3.2 Objetivo general.....	7
3.3 Objetivos específicos.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
4.1 Sitio experimental	8
4.2 Determinación de las variables que definen la calidad del plantín	9
4.3 Implantación del cultivo a campo	9
4.4 Evaluación a cosecha	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
5.1 Determinación de las variables que definen la calidad del plantín.....	11
5.1.1 Número de hojas.....	11
5.1.2 Longitud de hojas.....	12
5.1.3 Longitud de raíces.....	13

5.1.4 Biomasa de los plantines.....	14
5.2. Rendimiento a cosecha	16
5.3 Análisis económico.....	17
CONCLUSIONES.....	19
BIBLIOGRAFÍA.....	20
ANEXOS.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

Número de hojas promedio al momento del trasplante obtenidas para los diferentes volúmenes de celdas.....	11
Longitud de hojas promedio al momento del trasplante obtenido para los diferentes volúmenes de celdas	12
Longitud de raíces promedio al momento del trasplante obtenidas para diferentes volúmenes de celdas	13
Peso fresco promedio de la parte aérea, raíces y total de los plantines al momento del trasplante obtenidos para los diferentes volúmenes de celdas	15
Peso seco promedio de la parte aérea, raíces y total de los plantines al momento del trasplante obtenidos para los diferentes volúmenes de celdas	15
Rendimiento promedio en peso fresco, seco ($t\ ha^{-1}$) y porcentaje de materia seca (%MS) en los diferentes tratamientos	16
Información del análisis económico, detalle de todos los costos	17
Información del análisis económico	17
Análisis económico	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Esquema del experimento completamente aleatorizado y disposición de las unidades experimentales.....	8
--	---

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la calidad de plantines de lechuga obtenidos en bandejas de germinación de diferente volumen de celdas sobre el rendimiento de un cultivo de lechuga durante el ciclo de producción otoño-invernal para Río Cuarto (Córdoba). Para ello se sembró un cultivar de lechuga tipo mantecosa. Los tratamientos fueron bandejas de germinación con celdas de 24, 13 y 7 cm³ en un diseño completamente aleatorizado. Se evaluó la calidad de los plantines a través del número de hojas, longitud de hojas y raíces, peso fresco y seco de parte aérea y raíces hasta el trasplante a campo efectuado a los 37 días después de la siembra. Los tratamientos a campo se correspondieron con el volumen de celdas de las bandejas de germinación. El marco de plantación utilizado fue de 0,35 m entre hileras y 0,25 m entre plantas. El riego se efectuó mediante un sistema de goteo. Se evaluó el efecto del volumen de celdas sobre el rendimiento a cosecha y se realizó un análisis económico. Los resultados mostraron diferencias significativas con un mayor número de hojas, longitud de hojas y raíces, peso fresco y seco de parte aérea y raíces para aquellos plantines obtenidos en celdas de 24 cm³, seguidas de 13 cm³ y finalmente 7 cm³. El rendimiento en peso fresco del cultivo presentó diferencias estadísticas significativas, siendo el tratamiento de 24 cm³ el de mejor desempeño con valores de 38,2 t ha⁻¹. La utilización de celdas de mayor volumen mejoró la calidad de los plantines y el rendimiento en peso fresco a cosecha para las condiciones de producción otoño-invernales del cinturón hortícola de Río Cuarto.

SUMMARY

The objective of the research was to evaluate the quality of lettuce seedlings obtained in germination trays of different volume of cells on the yield of a lettuce crop during the autumn-winter production cycle for Río Cuarto (Córdoba). For this a butterfly-type lettuce cultivar was planted. The treatments were trays with cells of 24, 13 and 7 cm³ in a completely randomized design. The quality of the seedlings was evaluated through the number of leaves, length of leaves and roots, fresh and dry weight of aerial part and roots until field transplantation carried out 37 days after sowing. The field treatments corresponded to the cell volume of the germination trays. The plantation frame used was 0.35 m between rows and 0.25 m between plants. The irrigation was carried out by means of a drip system. The effect of the volume of cells on the harvest yield was evaluated and an economic analysis was carried out. The results showed significant differences with a greater number of leaves, length of leaves and roots, fresh and dry weight of aerial part and roots for those seedlings obtained in cells of 24 cm³, followed by 13 cm³ and finally 7 cm³. The yield in fresh weight of the crop presented significant statistical differences, with the treatment of 24 cm³ being the best performance with values of 38.2 t ha⁻¹. The use of higher volume cells improved the quality of the seedlings and the yield in fresh weight to harvest for the autumn-winter production conditions of the horticultural belt of Río Cuarto.

INTRODUCCIÓN

1. Cultivo de Lechuga

1.1 Producción mundial, nacional y local

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

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

En Argentina, la lechuga, junto con el tomate y la papa se encuentra entre las hortalizas más consumidas y cultivadas. 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.). Luego la cebolla de verdeo, con el 5,2% (3.517 t.), (COFECYT, 2008).

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

La producción hortícola en Río Cuarto, comprende aproximadamente unas 511 has, y la lechuga es una de las principales hortalizas que se producen en el cinturón verde. Tradicionalmente cultivada a campo, y a partir de la difusión de invernaderos, ocupa un lugar preponderante en los diferentes esquemas productivos (Grosso *et al.*, 2015).

1.2 Origen de la especie

La lechuga es originaria de las costas del sur y sureste del mar mediterráneo, desde Egipto hasta Asia menor. Los egipcios la comenzaron a cultivar 4.500 años antes de la era cristiana y se cree que la utilizaban para extraer aceite de la semilla y para forraje. En pinturas encontradas en tumbas egipcias aparecen plantas que asemejan lechugas cos o romanas, con hojas alargadas y terminadas en punta (Granval de Millán y Gaviola, 1991).

De Egipto pasó a Grecia, siendo mencionada en los escritos de Sócrates (450 a. C.), Aristóteles (356 a. C.), Teofrasto (332 a. C.) y Dioscórides (60 a. C.). La lechuga fue muy cultivada también por los romanos, quienes rápidamente la difundieron por toda Europa y llegó a América en 1494, registrándose su cultivo en la isla de Isabella, hoy llamada Crooked Islan, de las Bahamas, solo dos años después del primer viaje de Colón (Granval de Millán y Gaviola, 1991).

1.3 Morfología de la especie

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es una planta anual y autógena, posee un sistema radicular pivotante y poco profundo, con ramificaciones que se desarrollan en la capa superior del suelo, no llegando a sobrepasar los 25 cm. Las hojas se disponen en forma arrosetada, y con posterioridad forman un cogollo o “cabeza” más o menos consistente y apretado según la variedad. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado. El tallo es cilíndrico y ramificado (Di Benedetto, 2005).

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

El fruto, comúnmente llamado semilla, es un aquenio de color blanco o negro. Es pequeño, de forma alargada y de aproximadamente unos 3 mm de longitud terminando en punta y achatado lateralmente. En su base se encuentra el papus o vilano que se desprende fácilmente quedando el fruto limpio. Cada gramo contiene entre 500 a 900 semillas, siendo su vida útil de cuatro a seis años (Vigliola, 1996; Di Benedetto, 2005).

1.4 Requerimientos climáticos

En lechuga, el gran número de variedades existentes hacen que sea una especie adaptable a una amplia gama de climas, pero en términos generales, prefiere climas templados y húmedos. La temperatura óptima de germinación es 25°C, mientras que la temperatura óptima para el crecimiento del cultivo es 18°C, con un rango de 7 a 24°C. La humedad relativa del aire más conveniente para la especie varía entre 60 y 80% (Vigliola, 1996; Wien, 1997; Maroto Borrego *et al.*, 2000; Di Benedetto, 2005).

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

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

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

2. Producción de plantines en bandejas de germinación

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

El sistema de producción en bandejas de germinación proporciona un mayor cuidado en la germinación de semillas y la emergencia, menor uso de semillas, mayor uniformidad en el crecimiento, superior tolerancia a estrés biológico. Además, luego del trasplante mejora el uso de la tierra ya que el ciclo del cultivo se acorta, permite aumentar el número de rotaciones, se logra una mejor distribución espacial del cultivo, maximiza el uso del agua de riego, y facilita el control de

malezas. Por lo tanto, muchos de los costos de producción a campo como riego, fertilización y labores culturales son menores comparando con la siembra directa (Leskovar, 2001).

Otra de las ventajas de utilizar bandejas de germinación 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 (estrés) al trasplante (Silva y Katherine, 2004).

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

Mientras que el uso de envases más pequeños puede 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 pos-trasplante. Un efecto importante de la disminución del tamaño de las celdas 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 óptimo de la planta (Menezes Junior *et al.*, 2000).

El delicado equilibrio entre raíces y parte aérea puede alterarse cuando el sistema de raíces se restringe a un pequeño volumen enraizable. El desequilibrio resultante puede tener a corto plazo, así como a largo plazo, efectos en la respuesta productiva del cultivo (Leskovar *et al.*, 1990).

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

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

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 celdas (Nesmith y Duval, 1998). En general, a medida que aumenta el tamaño de las celdas aumenta el área foliar, la biomasa aérea y radical de las plántulas (Cantliffe, 1993).

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 estrés al trasplante. También dan mayor precocidad, y las

Resende *et al.*, (2003) en Três Pontas, MG (Brasil), evaluaron la influencia de distintos tipos de bandejas de germinación y edad del trasplante en plantines de lechuga (*Lactuca sativa* L.) tipo americana, utilizando bandejas de 128, 200 y 288 celdas y cinco edades de trasplante a los 22, 26, 30, 34 y 38 días. Los plantines obtenidos en bandejas de 128 celdas y trasplantados a los 38 días de edad presentaron mayor peso fresco y seco, número de hojas y altura de plántula. La mayor productividad comercial fue obtenida por las plántulas producidas en bandejas de 128 celdas, seguida de las bandejas de 200 celdas, siendo el peor desempeño el de 288 celdas. Las edades de trasplante variaron en función del tipo de bandeja, pudiendo ser trasplantadas de 22 a 38 días aquellas producidas en bandejas de 128 y 200 celdas, con preferencia entre 22 a 30 días. Para las bandejas de 288 celdas, las plántulas deben ser trasplantadas a los 38 días de la siembra.

Alamo *et al.* (2006), evaluaron el efecto del tamaño de celdas sobre el crecimiento y calidad de los plantines de lechuga bajo invernadero utilizando cv. Gallega de invierno, en tres tipos de bandejas multiceldas de volumen variable (12, 20 y 46 cm³) midiendo número de hojas, longitud de raíces, altura, peso fresco y seco de hojas, tallo y raíz, materia seca y relación vástago/raíz. En las celdas de 20 y 46 cm³ se obtuvieron diferencias estadísticas logrando plantines de mejor calidad y un adelanto en el establecimiento de la planta luego del trasplante respecto a las celdas de menor volumen.

Silva *et al.*, (2007) determinaron el efecto de tres volúmenes de celdas (43, 24 y 10 cm³) sobre la calidad del plantín de radicchio (*Cichorium intybus* L.), y su posterior comportamiento en campo. Los resultados obtenidos en etapa de plantín indicaron que a mayor volumen de celdas aumentó el número de hojas a trasplante y el peso fresco y seco. La longitud del plantín fué mayor en tanto aumentó el volumen de celdas. En campo, el peso de la cabeza comercial fue mayor, mientras mayor fue el volumen de celdas.

Moraes Echer *et al.*, (2007) evaluaron el efecto de bandejas de polietileno con volumen de celdas de 24 y 13 cm³ sobre la altura, longitud de raíces y peso seco total de plántulas de remolacha cv. Early wonder a los 40 días después de la siembra, encontrando en todas las variables estudiadas diferencias significativas. Las celdas de 24 cm³ proporcionaron plantines de mejor calidad, con una mayor acumulación de materia seca, siendo más adecuadas para la producción de plántulas de remolacha.

Machado *et al.*, (2008) en Várzea Grande (Brasil), midieron el efecto de ocho tipos de bandejas de germinación de diferente volumen de celdas sobre la calidad de plantines de lechuga

rizada cv. Cenicienta y Veneranda a los 34 días después de la siembra, observando número de hojas, altura, longitud de raíz, peso fresco de parte aérea y raíz de los plantines, concluyen que un mayor volumen permite obtener una mejor calidad de plantín. Sin embargo, si los plantines se trasplantan antes de los 34 días recomiendan usar bandejas de germinación con celdas de menor volumen.

Juri *et al.*, (2009) evaluaron los efectos del volumen de celdas de 25, 46, 80 y 180 cm³ sobre la respuesta pre trasplante y a cosecha en plantas de lechuga, encontrando que las producidas en celdas de mayor volumen mostraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a valores medios del grupo de menor volumen en las siguientes variables: número de hojas, altura de parte aérea, longitud de raíz, relación parte aérea/raíz y peso fresco.

Vagnoni *et al.*, (2014) en plantines de tomate cultivados en celdas de 20, 40 y 120 cm³ a los 38 días después de la siembra, determinaron que a menor volumen de celdas las plántulas fueron más pequeñas, con menor peso seco de raíces, tallos y hojas, menor área foliar y contenido de azúcares solubles en los tallos, lo cual implica una reducción en el contenido de carbohidratos de reserva.

El cinturón hortícola de Río Cuarto (Córdoba) ha experimentado importantes transformaciones tecnológicas en los últimos años, principalmente con el empleo de semillas de alto potencial genético y elevado costo, demandando una alta eficiencia en todas las etapas de producción del cultivo de lechuga. De acuerdo a los antecedentes expuestos precedentemente, resulta de interés la profundización de investigaciones tendientes a determinar con mayor precisión cual es el efecto de la utilización de diferentes bandejas de germinación sobre la calidad final de los plantines de lechuga, así como también conocer su influencia sobre la precocidad y rendimiento final del cultivo en las condiciones de producción de Río Cuarto.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

Para el desarrollo de la experiencia se propone la siguiente hipótesis:

- La producción de plantines de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en bandejas de germinación de mayor volumen de celdas permitirá obtener un plantín de mejor calidad hortícola, lo que se traducirá en mejores rendimientos a campo.

3.2 Objetivo general

- Evaluar el efecto de la utilización de diferentes volúmenes de celdas en bandejas de germinación sobre la producción de plantines y su efecto sobre el rendimiento en un cultivo de lechuga para el cinturón hortícola de Río Cuarto.

3.3 Objetivos específicos

- Evaluar número de hojas, longitud de raíces (cm), altura de plántula (mm), peso fresco y seco de la parte aérea y de las raíces (g.) durante la etapa de producción del plantín.
- Evaluar a cosecha el peso fresco y seco individual de la parte aérea (g.) y el rendimiento total (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

4.1 Sitio experimental

El ensayo se realizó en el Campo de Docencia y Experimentación de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado sobre la Ruta Nacional 36, Km 601, (33° 07' Latitud Sur, 64° 14' Longitud Oeste, 421 m.s.n.m.), Departamento Río Cuarto, Córdoba (Argentina).

La siembra del cultivo de lechuga se realizó en forma manual y en bandejas de germinación que se colocaron hasta el trasplante a campo en un invernadero tipo capilla de estructura metálica y cobertura de policarbonato, de 6 m de ancho, 20 m de largo y 4 m de altura a la cumbrera con sistema de ventilación forzado. La variedad empleada fue tipo mantecosa (*Lactuca sativa* var. *capitata*) cultivar Dolly. El sustrato utilizado en las bandejas es a base de turba enriquecida con aditivos de la marca comercial Kekkilä. Las bandejas recibieron riegos diarios en forma manual. Los tratamientos a evaluar se correspondieron con distintas bandejas de germinación según el volumen de celdas:

- Bandeja de 128 celdas (volumen de 24 cm³)
- Bandeja de 200 celdas (volumen de 13 cm³)
- Bandeja de 288 celdas (volumen de 7 cm³)

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con tres tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental se correspondió con el volumen de celda de las diferentes bandejas de germinación. (Figura 1).

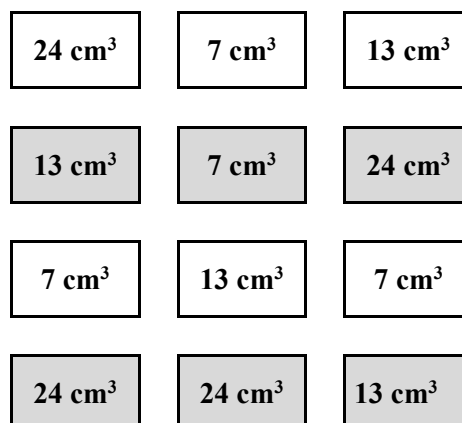


Figura 1. Esquema del experimento completamente aleatorizado y disposición de las unidades experimentales.

4.2 Determinación de las variables que definen la calidad del plantín

Para realizar las mediciones de las variables morfológicas se extrajeron muestras semanales de 10 plantines de lechuga correspondientes a cada tratamiento.

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

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

4.3 Implantación del cultivo a campo

El resto de los plantines se llevaron a campo, en un lote ubicado en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Córdoba, trasplantados a los 37 días después de la siembra. El riego a campo se efectuó empleando un sistema por goteo manteniendo el cultivo sin restricción de agua. 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 trasplante, con diez emisores por metro lineal. El caudal de la tubería fue de 2 L h⁻¹.

El tamaño de las subparcelas fue de 3,67 m², con un total de 42 plantas en cada una. La unidad experimental fue de 2,10 m². El marco de plantación utilizado para el trasplante fue de 0,35 m entre hileras y 0,25 m entre plantas. Durante la etapa de producción a campo todos los tratamientos fueron protegidos de las bajas temperaturas con manta térmica.

4.4 Evaluación a cosecha

Al momento de la cosecha se evaluó peso fresco y seco individual de la parte aérea (g.) y rendimiento total (kg ha⁻¹). Las muestras se llevaron a estufa durante 48 hs a 70°C hasta lograr peso constante para las determinaciones correspondientes, con los datos obtenidos se realizó un análisis económico considerando los costos de producción y beneficios obtenidos para cada tipo de tratamiento y de esa manera determinar la mejor alternativa en términos de producción.

Los datos se analizaron estadísticamente con el programa Infostat, aplicando ANAVA y análisis de comparación de medias con el test de LSD Fisher ($p < 0,05$). En anexo se muestran imágenes ilustrativas del ensayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Determinación de las variables que definen la calidad del plantín

Los plantines obtenidos en celdas de mayor volumen presentaron una mayor biomasa aérea y radicular, alcanzando antes el tamaño adecuado para la operación del trasplante. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por otros autores en lechuga, Seabra Jr. *et al.*, (2002), Resende *et al.* (2003), Marquez *et al.* (2003), Alamo *et al.*, (2006) y Juri *et al.*, (2009), y en otros cultivos hortícolas, López (2002) en zapallito italiano, Silva *et al.*, (2007) en radicchio, Moraes Echer *et al.*, (2007) en remolacha y Vagnoni *et al.*, (2014) en tomate. A continuación, se describe el efecto del volumen de celdas sobre cada una de las variables empleadas para definir la calidad del plantín.

5.1.1 Número de hojas

El número de hojas de un plantín constituye un indicador importante del momento de trasplante, se recomienda efectuar esta operación entre 4 y 6 hojas verdaderas (Pimpini *et al.*, 2002), condición que, en el presente ensayo fue alcanzada en primer lugar en los plantines que crecieron en las celdas de 24 cm³, a los 37 días después de la siembra (dds) (Tabla 1).

Tabla 1. Número de hojas promedio al momento del trasplante obtenidas para los diferentes volúmenes de celdas.

Volumen de celdas (cm ³)	Nº de hojas
24	6,0 a
13	5,3 b
7	5,0 b
r²	0,27
C.V.	13,30
p value	0,0138

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

Al comparar las diferentes bandejas de germinación se observó una clara respuesta con diferencias estadísticas significativas en el desarrollo foliar de los plantines a favor de aquellas con celdas de mayor volumen de sustrato disponible. Este aumento en la disponibilidad de recursos y espacio físico para la exploración de las raíces produjo una respuesta positiva en la producción de hojas, lográndose alcanzar un mayor número en las bandejas de germinación con celdas de 24 cm³.

Los resultados coinciden con los obtenidos en lechuga por Marques *et al.* (2003), Resende *et al.* (2003) y Machado *et al.* (2008) que evaluaron los mismos volúmenes en distintas localidades de Brasil.

A medida que se alcanza con mayor rapidez el número de hojas adecuado para el trasplante se reduce el tiempo de permanencia del plantín en la bandeja, y con ello se logran reducir múltiples factores que pueden afectar la calidad final del plantín, tales como riesgo de ocurrencia de enfermedades, ataques de plagas, envejecimiento, problemas de restricción radicular, costos de producción, entre otros (Leskovar, 2001).

Por otra parte, al momento del trasplante se observaron indicios de envejecimiento en las hojas basales de algunos plantines obtenidos en las celdas de 7 cm³, lo que se manifestó a través de un amarillamiento y necrosado de las mismas. Esto indicaría que ante cualquier causa externa que retrase o impida ejecutar a tiempo la operación de trasplante, los plantines producidos en celdas de reducido volumen están expuestos a un mayor riesgo de envejecimiento, una mayor probabilidad de ocurrencia de enfermedades fúngicas que ataquen las hojas inferiores y determinen pérdidas de calidad en el plantín, o incluso la muerte del mismo.

5.1.2 Longitud de hojas

La longitud de las hojas respondió significativamente al aumento en el volumen de las celdas de las bandejas de germinación, incrementando la longitud de hoja de los plantines

Las diferencias encontradas fueron estadísticamente significativas, en esta situación los plantines desarrollados en celdas de 24 cm³ alcanzaron a duplicar la longitud de hojas al momento del trasplante con respecto a los obtenidos en celdas de 7 cm³. (Tabla 2).

Tabla 2. Longitud de hojas promedio al momento del trasplante obtenidas para diferentes volúmenes de celdas.

Volumen de celdas (cm ³)	Longitud de hojas (cm)
24	12,95 a
13	9,11 b
7	6,54 c
r ²	0,76
C.V.	16,58
p value	<0,0001

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

Los resultados logrados mostraron un comportamiento similar a los obtenidos por Resende *et al.* (2003) quienes a los 38 días después de la siembra midieron en plantines de lechuga valores de longitud de hojas de 13,5; 11,1 y 11,0 cm en celdas de 24, 13 y 7 cm³, respectivamente. Una mayor disponibilidad de agua y nutrientes presentes en contenedores o celdas de mayor volumen de sustrato conlleva a un mayor crecimiento de la parte aérea de los plantines (Vavrina, 2004).

En otras experiencias con lechuga, Machado *et al.* (2008) obtuvieron respuestas semejantes para los mismos volúmenes de celdas evaluados a los 34 días después de la siembra. De igual modo, los resultados coinciden con los logrados por Moraes Echer *et al.* (2007), que midieron longitud de parte aérea de plantines de remolacha en celdas de 24 cm³ y 13 cm³, encontrando diferencias significativas a favor de las de mayor volumen.

5.1.3 Longitud de raíces

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

La respuesta de la longitud de raíces de los plantines demostró que las celdas de 7 cm³ impactaron en forma negativa, restringiendo el crecimiento de las mismas, mientras que al contrastar los resultados obtenidos en celdas de 13 y 24 cm³ las diferencias no fueron significativas. (Tabla 3).

Tabla 3. Longitud de raíces promedio al momento del trasplante obtenidas para diferentes volúmenes de celdas.

Volumen de celdas (cm ³)	Longitud de raíces (cm)
24	14,34 a
13	14,03 a
7	9,12 b
R ²	0,39
C.V.	25,34
p value	0,0013

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

Los datos observados coincidieron con lo expresado por Leskovar *et al.* (1990), Nesmith y Duval (1998), Menezes Junior *et al.* (2000) donde un menor volumen de sustrato disponible

aumentó considerablemente las probabilidades de restricción del crecimiento radicular, siendo ésta variable significativamente determinante de la calidad final del plantín. Sin embargo, la magnitud de la restricción tuvo un efecto similar sobre en la longitud de raíces entre los plantines que crecieron en las celdas de 24 y 13 cm³.

El delicado equilibrio entre raíces y parte aérea puede alterarse cuando el sistema de raíces se restringe a un pequeño volumen de celda, y el desequilibrio resultante puede tener efectos al momento del trasplante, ya que esta operación implica un estrés para los plantines, y si a ello se suman condiciones ambientales desfavorables, aquellos plantines que posean un mejor sistema radicular podrán sobrellevar de manera más adecuada la etapa de implantación, logrando un mayor stand de plantas (Leskovar *et al.*, 1990).

5.1.4 Biomasa de los plantines

El mayor peso al trasplante se logró en las celdas de 24 cm³, un desarrollo intermedio mostraron aquellos que crecieron en celdas de 13 cm³, y el menor crecimiento se produjo en las celdas de 7 cm³, en peso verde y seco de la parte aérea, radicular y total de los plantines.

El aumento de las restricciones en celdas de menor volumen evidentemente tuvo no solo una implicancia negativa sobre el crecimiento de las raíces sino también en el crecimiento de la parte aérea de los plantines. Esto afirma las aseveraciones planteadas que manifiestan que un pequeño espacio disponible dificulta el normal suministro de recursos para garantizar un óptimo crecimiento y desarrollo del plantín (Nesmith y Duval, 1998; Menezes Junior *et al.* 2000). En cambio, a medida que aumenta el volumen de celda se incrementa el crecimiento de la biomasa aérea y radical (Cantliffe, 1993).

La importancia de obtener un mayor tamaño de plantines al momento del trasplante es un factor fundamental cuando se quiere lograr precocidad de cosecha y aumentar los rendimientos, ésta característica se torna aún más significativa en los momentos del año en que existen mayores restricciones ambientales (Vagnoni *et al.* 2014), como ocurre durante las épocas de otoño-invierno en el cinturón hortícola de Río Cuarto.

Estos mismos volúmenes de celdas fueron evaluados en lechuga por Resende *et al.* (2003) y Machado *et al.* (2008) quienes obtuvieron resultados en peso fresco de plantines muy similares. En las tablas 4 y 5 se muestran los valores promedios obtenidos al momento del trasplante en peso fresco y seco respectivamente, de la parte aérea, raíces y total de los plantines obtenidos en los diferentes volúmenes de celdas utilizadas.

Tabla 4. Peso fresco promedio de la parte aérea, raíces y total de los plantines al momento del trasplante obtenidos para los diferentes volúmenes de celdas.

Volumen de celdas (cm ³)	Peso fresco		
	Parte aérea (g.)	Raíces (g.)	Total (g.)
24	2,54 a	0,47 a	3,01 a
13	1,11 b	0,37 a	1,48 b
7	0,56 c	0,23 b	0,79 c
R²	0,69	0,46	0,70
C.V.	41,41	31,49	35,85
p value	<0,0001	0,0002	<0,0001

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

Tabla 5. Peso seco promedio de la parte aérea, raíces y total de los plantines al momento del trasplante obtenidos para los diferentes volúmenes de celdas.

Volumen de celdas (cm ³)	Peso seco		
	Parte aérea (g.)	Raíces (g.)	Total (g.)
24	0,14 a	0,02 a	0,16 a
13	0,08 b	0,02 a	0,10 b
7	0,05 c	0,01 b	0,06 c
R²	0,66	0,42	0,66
C.V.	33,91	23,95	30,04
p value	<0,0001	0,0007	<0,0001

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

A medida que se incrementó el volumen de celdas, y por ende, el espacio físico y recursos disponibles para el plantín, se logró una mayor tasa de desarrollo de hojas y crecimiento de la parte aérea, raíces y total, obteniendo una mejor calidad de plantines, manifiesta a través de una mayor longitud de hojas y raíces, este efecto de las celdas sobre los plantines permitiría alcanzar antes el momento adecuado para la operación de trasplante, reduciendo el tiempo de permanencia del plantín en la bandeja de germinación.

Por otra parte, lograr un plantín de calidad y en el momento adecuado, como los obtenidos en las celdas de 24 cm³, aumentará las probabilidades de éxito, logrando una rápida implantación al sobrellevar de mejor manera el estrés del trasplante, y además reduciendo el tiempo de exposición de las plántulas a heladas, viento y ataques de plagas primarias y secundarias, como liebres y palomas, éstas últimas muy frecuentes en la época de producción otoño-invernal en el cinturón local, cuando los alimentos son escasos, ocasionando una gran pérdida de plantines y elevados costos de reposición para los productores.

5.2 Rendimiento a cosecha

La cosecha del cultivo se efectuó en forma total cuando se logró un diámetro de planta adecuado para su comercialización en fresco. Los resultados demostraron que existió un efecto de la calidad de los plantines marcando diferencias estadísticas significativas. En este sentido, mostraron mejor desempeño productivo plantines provenientes de celdas de 24 cm³ en comparación con los de menor volumen, logrando valores superiores. (Tabla 6).

Tabla 6. Rendimiento promedio en peso fresco, seco (t ha⁻¹) y porcentaje de materia seca (%MS) en los diferentes tratamientos.

Volumen de celdas (cm ³)	Rendimiento		
	Peso fresco (t ha ⁻¹)	Peso Seco (t ha ⁻¹)	%MS
24 cm ³	38,2 a	3,58 a	9,8 a
13 cm ³	33,5 b	3,41 a	10,6 a
7 cm ³	26,4 c	2,78 b	10,7 a
R ²	0,77	0,39	0,53
C.V.	26,53	21,62	32,7
<i>p</i> value	0,0051	0,0934	<0,0001

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

Al analizar el volumen de celdas se observó un efecto positivo a favor de los mayores volúmenes en coincidencia con Leskovar *et al.* (1990); Seabra Jr. *et al.* (2002) y Resende *et al.* (2003), cuando se inicia el cultivo con un plantín de calidad se obtiene mayor precocidad y rendimiento en peso fresco a cosecha.

5.3 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 0,35 m entre plantas, se necesitan 81.633 plantines. Para lograr esa totalidad se requieren 638 bandejas de germinación de 128 celdas, 408 bandejas de germinación de 200 celdas y 283 bandejas de germinación de 288 celdas. En la Tabla 7 y 8 se detallan los costos para cada situación.

Tabla 7. Información del análisis económico detalle de todos los costos.

Bandeja de germinación (Nº de celdas)	Costo de la bandeja (\$)	Costo de sustrato (\$/bandeja)	Otros (mano de obra, luz, semilla) (\$/bandeja)	Costo por plantín (\$/plantín)	Total (\$/bandeja)
128	17,9	21,0	51,0	0,70	90,6
200	17,5	18,0	50,3	0,43	86,3
288	17,0	10,7	50,0	0,28	78,0

Tabla 8. Información del análisis económico.

Bandeja de germinación (Nº de celdas)	Nº de bandejas de germinación	Superficie en bandejas de germinación (m²)	Costo por ha (\$/ha)*
128	638	136,1	57.777
200	408	87,1	35.181
288	283	60,4	22.074

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

En la Tabla 9, 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 \$ 31,25 (consultado 30/7/2018, en MARC).

Tabla 9. Análisis económico.

Bandeja de germinación (Nº de celdas)	Rendimiento (kg MV ha⁻¹)	Ingreso (\$/ha)	Costo (\$/ha)	Beneficio Bruto (\$/ha)
128	38.200	1.193.750	57.777	1.135.973
200	33.500	1.046.875	35.181	1.011.694
288	26.400	825.000	22.074	802.926

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 y no se consideraron pérdidas en el cultivo, pudiéndose obtener otros resultados. Es necesario considerar que al utilizar este tipo de bandejas que poseen un menor número de plantines por unidad, se requiere de una mayor superficie en invernaderos (plantinera) para poder colocar a todas ellas bajo condiciones ambientales adecuadas.

CONCLUSIONES

- La calidad del plantín de lechuga está relacionado positivamente con el volumen de celda en las bandejas de germinación. El aumento del volumen permitió obtener plantines de mayor número de hojas, altura y peso total, llegando antes al momento indicado para la operación de trasplante.
- En la producción de lechuga var. capitata de tipo mantecosa durante la época otoño-invernal del cinturón hortícola de Río Cuarto se recomienda utilizar plantines provenientes de bandejas con celdas de 24 cm³ para lograr aumentar la precocidad y rendimiento con una adecuada calidad comercial de producto cosechable.
- 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. Secretaría técnica de Adesur. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba. Argentina. 99 p.
- ADROVER, M.; MIRALLES, P.; FARRÚS, E.; LLADÓ, G. y J. VADELL. (2001). Aprovechamiento del agua de riego mediante el uso de distintos tipos de acolchado. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. V Jornadas Técnicas. Mallorca, España. En: <http://www.agroecología.net/congresos/mallorca>. Consultado: 15-02-2015.
- ALAMO, F.; DI COLANTONIO, A.; DIAZ, C.; GONZÁLES, A.; MARINO, C.; VIZCARRA, D. 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. 29 p.
- CANTLIFFE, D.J. (1993) Pre and postharvest practices for improved vegetable transplant quality. HortTechnology. v.3, n.4, p. 415-417.
- 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. Consultado: 04-12-2013.
- DI BENEDETTO, A. (2005). Manejo de cultivos hortícolas: Bases ecofisiológicas y tecnológicas. Primera Edición. Orientación gráfica editora. Buenos Aires.
- FAO. (2013). Lechuga (*Lactuca sativa* L.). Fichas técnicas: Productos frescos y procesados. En: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/lechuga.htm. Consultado: 25-10-2014.
- FERRATTO, J. A.; M. C, MONDINO; R, GRASSO; ORTIZ MACKINSON, M.; LONGO, A.; CARRANCIO, L.; FIRPO, I. T.; ROTONDO, R.; ZEMBO, J. C.; CASTRO, G.; GARCÍA, M.; RODRÍGUEZ FAZZONE, M. y M. J. IRRIBAREN. 2010. Buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. Cadena de las principales hortalizas de hojas en Argentina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO en Argentina) - Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MINAGRI, Argentina) - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina) - Universidad Nacional del Rosario (UNR, Argentina).
- GROSSO, L.; RAMOS, D. y F. SALUSSO. (2015). Manual de Producción Hortícola. Apuntes de clase. Cátedra de Producción Hortícola. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- GRANVAL DE MILLÁN, N. y J. GAVIOLA. (1991). Lechuga: Manual de producción de semillas hortícolas. EEA La Consulta, INTA, Argentina. En: inta.gob.ar/...lechuga/.../4.%20origen%20e%20historia.%20botanica.pdf. Consultado: 15-05-2015.
- INDEC. 2002. Censo Nacional Agropecuario. Hortalizas: superficie implantada a campo o bajo cubierta por especie, según provincia. En: http://www.indec.gov.ar/agropecuario/cna_defini.asp Consultado: 02/12/2013
- INTA – CMCBA.2015. Gacetilla de Frutas y Hortalizas del Convenio INTA – CMCBA N° 38.

- JURI, M. S.; RICARDES, M. G.; MINERVINI, M. G.; FERNÁNDEZ, S.; ALVAREZ, M. E.; GIULIANO, M. S. y E. L. VILLAGRA. (2009) Evaluación de efectos del tamaño del contenedor sobre lechuga (*Lactuca sativa* L.) en etapas de pre-trasplante y cosecha. XXXIII Congreso Argentino de Horticultura. Libro de resúmenes. Rosario, Santa Fe, Argentina. 313 p.
- LESKOVAR, D.I. (2001). Producción y ecofisiología del trasplante hortícola. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- LESKOVAR, D.I.; CANTLIFFE, D.J. y P.J. STOFFELLA. (1990). Root growth and rootshoot interaction in transplants and direct seeded pepper plants. *Environmental and Experimental Botany*. v.30, n.3, p. 249-354.
- LÓPEZ, M. (2002). Influencia del volumen de contenedores de almácigo en el crecimiento y desarrollo de zapallo italiano (*Cucurbita pepo* L.). Tesis de Grado. Universidad Santo Tomás. Facultad de agronomía. Santiago, Chile 55 p.
- MACHADO, A. Q., NETO, R. H. B., y A. QUIXABEIRA. (2008). Produção de mudas de alface crespa em diferentes tipos de bandejas, em Várzea Grande-Mt. *Horticultura Brasileira*. v.26, n.2, p. 1036-1041.
- MAROTO BORREGO, J. V.; GOMEZ, A. M. y C. B. SORIA. (2000). La lechuga y la escarola. Fundación Caja Rural Valencia. Ediciones Mundi-Prensa.
- MARQUES, P. A. A.; BALDOTTO, P. V.; SANTOS, A. C. P. y L. D. OLIVEIRA. (2003). Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. *Horticultura Brasileira*. v.21, n.4, p. 649-651.
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; FERNANDES, H.S.; MAUCH, C.R. y J.B. SILVA. (2000) Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*. 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) Desenvolvimentos de mudas de quiabeiro (*Abelmo schusesculentus* Moench) em diferentes tipos de bandeja e substrato. *Scientia agrícola*, v.56, n. 2, p. 377-381.
- MORAES ECHER, M.; GUIMARÃES, V. F.; ARANDA, A. N.; BORTOLAZZO, E. D. y J. S. BRAGA. (2007). Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. *Ciências Agrárias*. v.28, n.1, p. 45-50.
- NESMITH, D. S. y J. R. DUVAL. (1998) The effect of container size. *HortTechnology*. v.8, n.4, p. 495-498.
- ORTEGA, J.F.; DE JUAN, J.A.; TARJUELO, J.M.; MERINO, R. y M. VALIENTE. (1999). Modelo de optimización económica del manejo del agua de riego en las explotaciones agrícolas: Aplicación a la agricultura de regadío de la provincia de Toledo. INIA, España. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetal*. v.14, n.3, p. 325-354.
- PIMPINI, F., LAZZARIN, R. Y G. CHILLEMI. (2002). Aspetti generali. Radicchio Variegato di Castelfranco. Veneto agricultura, Veneto, Italia. p. 21-43. Citado en: SOLÍS SALAZAR, M.; GONZÁLEZ LUTZ, M. I. MORA ACEDO, D. y A. DURÁN QUIRÓS. (2008). Radicchio (*Cichorium intybus*) para exportación: evaluación de variedades, tamaños de plántulas para trasplante y cobertura plástica sobre el suelo. *Agronomía Mesoamericana*. v.19, n. 2, p. 271-278.
- RESENDE, G.M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A. C. y J. C. RODRIGUES JUNIOR. (2003). Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplantio de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana. *Horticultura Brasileira*, v.21, n. 3, p. 558-563.

- RINCÓN, Sanchez., (2001). Necesidades hídricas, absorción de nutrientes y respuesta a la fertilización nitrogenada de la lechuga Iceberg. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. 211 p.
- RINCÓN, Sanchez. (2005). La fertirrigación de la lechuga Iceberg. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. ISBN 84-689-1187-9.
- RINCÓN, Sanchez. y J. SÁEZ. (1997). Determinación de la evapotranspiración y de los coeficientes de cultivo en lechuga Iceberg con riego por goteo. Actas de Horticultura 20. p. 193-202.
- SEABRA, S. Jr.; GADUM, J.; VILLANI PURQUERIO, L. F.; GONÇALVES TELLES L. M.; DA SILVA, N. y R. GOTO. (2002). Produção de alface americana em função de tipos de bandeja. UNESP-FCA, Departamento de Produção Vegetal/Horticultura.
- SILVA E.; CASTRO VALDEBENITO, K. I. y B. MÓNICA. (2007). Evaluación de volúmenes de alvéolos y mezclas de sustratos sobre la calidad del plantín de radicchio (*Cichorium intybus* L.) y su posterior comportamiento en campo. Tesis de grado. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía, Santiago. 57 p.
- 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*) tipo escarola.
- VAGNONI, R.; BUYATTI, M. y J.C. FAVARO. (2014). Efecto del tamaño de celda de bandejas de siembra sobre la morfología y fisiología de plantines de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Horticultura Argentina. v.33, n.80, p. 15-19.
- VAVRINA, C. (2004). Transplant production. Horticultural Sciences Department, University of Florida. En: <http://www.edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/CV/CV10400.pdf>. Consultado: 05-02-2014.
- VIGLIOLA, M. (1996). Manual de Horticultura. Segunda Edición. Tercera Reimpresión. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- WIEN, H. C. (1997). The physiology of vegetable crops. CABI Publishing.

ANEXOS

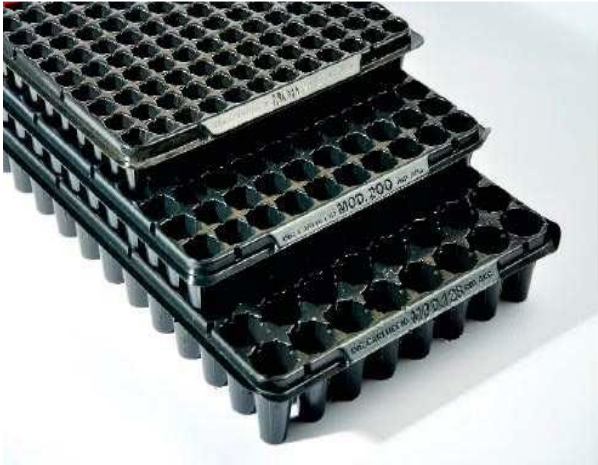


Imagen 1. Bandejas de germinación con celdas de 24 cm^3 (128 celdas), 13 cm^3 (200 celdas) y 7 cm^3 (288 celdas).



Imagen 2. Plantines de lechuga creciendo en las diferentes bandejas de germinación dentro del invernadero.

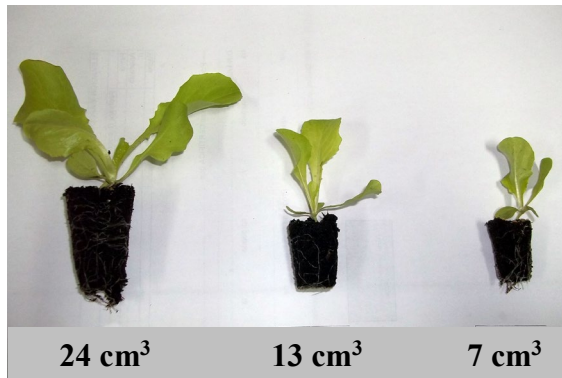


Imagen 3. Plantines de lechuga al momento del trasplante.



Imagen 5. Acumulación de raíces en la base de la celda de 7 cm^3 al trasplante.



Imagen 6: Vista de la parcela con el cultivo recién implantado.



Imagen 8: Vista de la parcela con el cultivo próximo a cosecha