



## PRODUCCIÓN DE MUDAS EN BANDEJA CONVENCIONAL Y FLOTANTE, UTILIZANDO DIFERENTES SUSTRATOS Y SU EFECTO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL REPOLLO

*CABBAGE PRODUCTIVITY AS AFFECTED BY SEEDLING PRODUCTION IN CONVENTIONAL AND FLOATING TRAYS USING DIFFERENT SUBSTRATES*

Liz Gabriela Espínola Colmán<sup>1\*</sup> , Oscar Luis Caballero Casuriaga<sup>1</sup> , Eulalio Morel López<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

\*Autor por correspondencia: [gabriela1996colman@gmail.com](mailto:gabriela1996colman@gmail.com)

### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de los sistemas de producción de mudas en bandejas convencional y flotante utilizando diferentes sustratos, y su efecto sobre la productividad del repollo (*Brassica oleracea*). El ensayo fue realizado en el área de Horticultura de la FCA – UNC, localizado a 2 Km de la ciudad de Concepción sobre la Ruta V, General Bernardino Caballero, durante el periodo comprendido entre los meses de febrero a julio del 2021. El diseño empleado fue Bloques Completos al Azar, con arreglo en parcelas subdivididas (2x2), correspondiendo la parcela, a Bandejas de producción de mudas (Bandeja convencional y flotante) y la sub-parcela, a sustratos (Comercial, humus de lombriz/estiércol bovino), y 5 repeticiones. Se determinaron las siguientes variables masa fresca y seca de mudas al trasplante, diámetro ecuatorial y polar de cabeza, y rendimiento del cultivo. Los valores obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza, y donde se observaron diferencias significativas, las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey 5%. Los resultados indican que, la utilización de bandejas flotantes, logró los mejores resultados, en la fase de mudas y por ende en la fase productiva. Para el factor sustratos, el sustrato comercial, obtuvo mejores resultados en relación al sustrato compuesto por humus de lombriz + estiércol bovino.

**Palabras clave:** *Brassica oleracea*, sistema de producción de mudas, sustratos.

### ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of seedling production systems using conventional and floating trays with different substrates, and their impact on cabbage (*Brassica oleracea*) productivity. The trial was conducted in the Horticulture area of the Faculty of Agricultural Sciences – National University of Concepción (FCA–UNC), located 2 km from the city of Concepción along Route V, General Bernardino Caballero, during the period from February to July 2021. A randomized complete block design was used, arranged in a split-plot scheme (2x2), with the main plots corresponding to seedling production trays (conventional and floating), and the sub-plots to substrates (commercial substrate, and a mixture of vermicompost and cattle manure), with five replications. The variables evaluated included fresh and dry seedling weight at transplanting, equatorial and polar head diameter, and crop yield. The data were subjected to analysis of variance, and where significant differences were observed, means were compared using Tukey's test at 5% significance level. The results indicate that the use of floating trays achieved the best outcomes in both the seedling phase and consequently in the productive phase. Regarding the substrate factor, the commercial substrate showed better results compared to the mixture of vermicompost and cattle manure.

**Keywords:** *Brassica oleracea*, seedling production system, Substrates

## INTRODUCCIÓN

El repollo (*Brassica oleracea* var. capitata) es la hortaliza con mayor volumen de comercialización a nivel mundial dentro de la familia Brassicaceae. En Paraguay, su cultivo está ampliamente difundido, con una alta demanda durante todo el año (MAG, 2014).

La innovación en el uso de bandejas y sustratos para la producción de plántulas constituye una técnica clave para asegurar el establecimiento de plantas sanas, vigorosas y productivas (Warner et al., 2018). La utilización de bandejas adecuadas, combinadas con sustratos que ofrezcan las propiedades físico-químicas y el contenido nutricional apropiado para obtener plántulas de alta calidad que garanticen una producción agrícola significativa (Bohacz, 2017).

La finalidad de los sustratos es producir plántulas de buena calidad, con mayor abundancia en periodos más cortos, pero lo más importante con una reducción significativa de los costos. Otras de las características de la utilización de sustratos alternativos a los comerciales es que reducen los impactos que pudiera tener el mismo hacia el ambiente, debido a que la forma en la que se obtiene no requiere de la perturbación de ningún medio (Gruda et al., 2016). En los últimos años, se ha desarrollado un sistema alternativo para la producción de mudas de hortalizas, conocido como floating (De Souza et al., 2007). En este sistema, las bandejas con sustrato se colocan en piletas con agua, lo que permite, además, la incorporación de nutrientes de manera uniforme (Goren et al., 2024). Esta técnica de tipo hidropónico presenta ventajas como la reducción del estrés mecánico, edáfico y climático durante el trasplante, una recuperación más rápida de las plántulas, un uso más eficiente del agua y una distribución homogénea de los fertilizantes (Velazquez et al., 2022).

Es por eso que este trabajo tuvo como objetivo general evaluar el efecto de los sistemas de producción de mudas en bandejas convencional y flotante utilizando diferentes sustratos, y su efecto sobre la productividad del repollo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación fue del tipo cualitativo. El experimento fue realizado en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción, localizado a 2 Km de la ciudad de Concepción sobre la Ruta V, General

Bernardino Caballero, durante el periodo comprendido entre los meses de febrero a julio del 2021, limitada en las coordenadas geográficas latitud S 23°24'38" y longitud O 57°24'43".

El tipo climático de la zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 26°C y 14°C con máximas que pueden llegar a 45°C en estaciones de verano y mínimas de hasta 4°C en estaciones de invierno, con leves incidencias de heladas (Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección de Aeronáutica Civil Paraguay, 2020).

El diseño utilizado en el experimento fue Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo en parcelas subdivididas (2x2), correspondiendo la parcela, a producción de mudas en bandejas y la sub-parcela, a sustratos. Se contó con 4 tratamientos y 5 repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales (UE). La dimensión de cada parcela fue de 1,2 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y la dimensión total de la parcela fue de 24 m<sup>2</sup>.

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento.

| Trat. | Parcela<br>(Producción de mudas en bandejas) | Sub-parcela<br>(Sustratos)                               |
|-------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| T1    | Bandeja convencional                         | <sup>(1)</sup> Sustrato Comercial                        |
| T2    |                                              | <sup>(2)</sup> Humus de lombriz + estiércol bovino (1:1) |
| T3    | Bandeja flotante                             | Sustrato Comercial                                       |
| T4    |                                              | Humus de lombriz + estiércol bovino (1:1)                |

<sup>(1)</sup>Sustrato 1: Sustrato Comercial con mezcla de turba, vermiculita, calcáreo, yeso y fertilización NPK

<sup>(2)</sup>Sustrato 2: Mezcla de Humus de lombriz + estiércol bovino (1:1)

La siembra se realizó en bandejas de poliestireno de 128 celdas, depositando una semilla por celda. Las bandejas fueron cargadas con los sustratos correspondientes a cada tratamiento, según fue descrito anteriormente; luego de la siembra, las bandejas correspondientes a los convencionales fueron colocadas sobre las portabandejas, recibiendo riego diario, mediante pulverizador a mochila; en tanto las de las bandejas flotantes fueron colocadas en contenedores conteniendo solución nutritiva inicial, en base a la

formulación 25 10 10 NPK + S y Mg, para producción de mudas hortícolas. Las mudas permanecieron en el sistema respectivo hasta alcanzar el desarrollo adecuado para el trasplante (10 cm de altura y 4 a 6 hojas verdaderas). Para el experimento 20 mudas de cada bandeja de producción y sustratos fueron consideradas una unidad experimental y 3 mudas fueron sacrificadas para la realización de las evaluaciones. La germinación fue a los 10 días después de la siembra (DDS).

Posteriormente, se llevó a cabo el trasplante, considerando un distanciamiento de 0,4 m entre plantas y 0,8 m entre hileras; de acuerdo a cada tratamiento en sus respectivos bloques. La preparación del terreno consistió en la elaboración de tabloncillos de 0,2 m de altura, 5,5 m de longitud y 1 m de ancho, sobre los cuales se fueron trasplantadas las hileras de repollo. Al momento de la preparación de los tabloncillos, se realizó la incorporación de estiércol vacuno en dosis de 2 kg m<sup>2</sup>. La fertilización básica fue realizada en base a resultados de análisis de suelo, el cual indicaba valores altos de materia orgánica por lo que solamente fueron aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, con la utilización de Urea como fuente. El análisis también indica valores adecuados de Fósforo, por lo que se aplicó solamente 50 kg ha<sup>-1</sup> utilizando como fuente superfosfato triple. En cuanto a resultado de potasio en el suelo los valores señalados en el análisis, son bajos, por lo que necesario aplicar 120 kg ha<sup>-1</sup>, utilizando como fuente cloruro de potasio. Luego se realizó la colocación de mulching que consistió en cubrir la superficie del suelo con un material (plástico) de color blanco de 30 micras de espesor para evitar la aparición de malezas y mantener la humedad dando condiciones favorables para el repollo. Las parcelas fueron irrigadas mediante sistema por goteo, correspondiendo una cinta para cada hilera de cultivo. El cultivo fue monitoreado diariamente. La aplicación de productos fitosanitarios fue realizada en forma preventiva, en toda la etapa del cultivo, cada 15 días, a partir de la primera semana después de la germinación de las plántulas. Posteriormente se utilizaron fungicidas de contacto (oxicloruro de cobre) con una dosis de 3 gramos por cada litro de agua (3 g L<sup>-1</sup>) y sistémico (tricur) con una dosis de 3 ml L<sup>-1</sup> de agua, al detectar la aparición de hongos en las hojas; e insecticida sistémico (imidacloprid) con una dosis de 1,6 ml L<sup>-1</sup> de agua, para el control de insectos. Además, fue utilizado bactericida Estreptomycina + Oxitetraciclina con una dosis de (2 g L<sup>-1</sup>) para el control de un brote de enfermedades bacteriana.

A los 30 DDS se realizaron las evaluaciones correspondientes al desarrollo de mudas, las cuales fueron realizadas en el laboratorio de Fitopatología de la FCA/UNC. La cosecha se realizó a los 90 días después del trasplante (DDT); siendo cosechadas en forma manual, las cabezas de 5 plantas seleccionadas al azar de cada UE. La cosecha se realizó diariamente a medida que las cabezas alcanzaron el desarrollo de prefloración, en la época en la que el repollo es apto para el consumo.

Se realizaron las siguientes determinaciones:

**Masa fresca de mudas (g mudas<sup>-1</sup>):** A los 30 días después de la siembra se procedió al pesaje de 5 plántulas de cada UE utilizando balanza electrónica de precisión con resolución de 0,02 gramos promediadas, los resultados son expresados en gramos (Hernández, 2011).

**Masa seca de mudas (g mudas<sup>-1</sup>):** A los 30 días después de la siembra las plántulas fueron seleccionadas de cada UE y fueron pesadas mediante balanza electrónica de precisión con resolución de 0,02 gramos y promediadas, luego fueron sometidas a estufa, a 65°C durante 24 a 48 h (hasta obtener peso constante), y de nuevo pesadas y promediadas (Hernández, 2011).

**Diámetro ecuatorial y polar de cabeza (cm):** Se utilizaron para esta determinación cinco plantas por cada UE, en la cual se realizó con la ayuda de varias reglas centimetradas; en la parte ecuatorial y polar de la cabeza.

**Peso individual de cabeza (g):** Se seleccionaron cinco cabezas de cada UE; los cuales fueron pesados utilizando balanza electrónica de precisión con resolución de 0,02 gramos y promediados.

**Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>):** Se determinó pesando y promediando mediante balanza electrónica de precisión con resolución de 0,02 gramos, todas las cabezas de las plantas seleccionadas de cada UE.

Los valores obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza mediante el test F y las medias de cada tratamiento, comparadas entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Masa fresca de mudas

En la tabla 2, se observa la comparación de medias para masa fresca de mudas de repollo, producidas en bandejas convencional y flotante, con diferentes sustratos. En la misma se observan diferencias significativas a nivel estadístico para bandejas y sustratos.

**Tabla 2.** Efecto de bandeja y sustrato sobre la masa fresca de mudas de repollo a los 30 días. Concepción, 2021.

| Parcela          | Sub-parcela  | Masa fresca<br>30 días<br>(g mudas <sup>-1</sup> ) |
|------------------|--------------|----------------------------------------------------|
| Bandeja**        | Flotante     | 2,20 a                                             |
|                  | Convencional | 1,63 b                                             |
| Sustrato**       | Sustrato 1   | 2,19 a                                             |
|                  | Sustrato 2   | 1,63 b                                             |
| MG:              |              | 1,92                                               |
| CV (%) bandeja:  |              | 9,70                                               |
| CV (%) sustrato: |              | 9,55                                               |

Medias seguidas por la misma letra, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. \*\*: Diferencia altamente significativa. MG: Media general. CV: Coeficiente de variación.

En cuanto a bandejas, el de bandejas flotantes, resulta prevalente, a niveles de significancia estadística, en relación al de bandejas convencional, con una diferencia media entre ambos de 0,57 g por cada plántula de repollo. Rodríguez de Souza et al. (2007), investigando con mudas de lechuga con diferentes sistemas de producción, no hallaron diferencias de significancia estadística en masa de plántulas, en relación a mudas producidas en bandejas convencional y de bandejas flotantes, difiriendo con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Telenchana (2017) investigando sobre producción de mudas de repollo de Bruselas con diferentes sustratos, logró los mejores resultados con la combinación de sustrato de enraizamiento 75% de Azolla Anabaena, y 25% de turba rubia Klasmann, obteniendo diferencias significativas entre sustratos de igual manera a lo sucedido en el presente trabajo de investigación. Los mayores resultados citados por el autor señalan medias de 0,57 g muda<sup>-1</sup>; inferiores a los 2,19 g muda<sup>-1</sup> y 1,92 g muda<sup>-1</sup> respectivamente alcanzados en esta investigación.

### Masa seca de mudas

En la tabla 3, se visualiza la comparación de medias de efectos principales para la masa seca, en la producción de mudas de repollo. En la misma se observan diferencias estadísticamente significativas para sustratos, no así, para bandejas convencional y flotante.

Enciso et al. (2014), investigando en mudas de tomate en bandejas, convencional y flotante, obtuvieron los mejores resultados para masa seca, con la utilización de bandejas flotantes.

Esos resultados son parcialmente coincidentes con este trabajo, en el cual, la producción de mudas en bandejas flotantes, obtuvo mejores resultados, pero solamente a nivel agronómico, sin detectarse diferencias estadísticamente significativas.

En cuanto a los sustratos evaluados en la investigación, el sustrato comercial posibilita la obtención de mejores resultados (0,47 g), difiriendo estadísticamente con respecto al sustrato preparado en base a humus + estiércol bovino (0,39 g). Enciso et al. (2014), investigando con estos mismos factores y niveles, en mudas de tomate, a diferencia del presente trabajo, no hallaron diferencias estadísticamente significativas para sustratos.

**Tabla 3.** Efecto de bandeja y sustrato sobre la masa seca de mudas de repollo a los 30 días. Concepción, 2021.

| Parcela               | Sub-parcela  | Masa seca<br>30 días<br>(g mudas <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------|--------------|--------------------------------------------------|
| Bandeja <sup>NS</sup> | Flotante     | 0,48 a                                           |
|                       | Convencional | 0,39 a                                           |
| Sustrato**            | Sustrato 1   | 0,47 a                                           |
|                       | Sustrato 2   | 0,39 b                                           |
| MG:                   |              | 0,43                                             |
| CV (%) bandeja:       |              | 18,57                                            |
| CV (%) sustrato:      |              | 8,22                                             |

Medias seguidas por la misma letra, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. NS: Diferencia no significativa. \*\*: Diferencia altamente significativa. MG: Media general. CV: Coeficiente de variación.

### Diámetro ecuatorial de cabeza

Según puede ser observado en la tabla 4, para la determinación diámetro ecuatorial; son detectadas diferencias estadísticamente significativas, tanto para bandejas, como para sustratos. Además, la interacción entre los factores estudiados.

Las interacciones verificadas en esta determinación (tabla 4) señalan que los mejores resultados fueron logrados con la combinación de bandejas flotantes y sustrato comercial, llegando las cabezas de repollo a medias de 23,88 cm de diámetro ecuatorial

Bárbaro et al. (2009) destacan varias ventajas del sistema de producción de mudas en bandejas flotantes en comparación con las bandejas convencionales. Entre ellas se incluyen: una menor incidencia de daños durante el trasplante, una recuperación más rápida de las plántulas tras el mismo, y un mayor control sobre el estado sanitario y fisiológico de

las mudas, además de otros beneficios de carácter físico-químico.

**Tabla 4.** Desdoblamiento de la interacción entre la bandeja y sustrato sobre el diámetro ecuatorial de cabeza. Concepción, 2021.

| Bandeja      | Sustrato   |            |
|--------------|------------|------------|
|              | Sustrato 1 | Sustrato 2 |
| Flotante     | 23,88 A a  | 20,76 A b  |
| Convencional | 16,88 B a  | 16,26 B b  |
| DMS: columna | 0,57       |            |
| DMS fila:    | 0,62       |            |

Medias seguidas por las mismas letras mayúsculas en columnas y minúsculas en filas, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. DMS: Diferencia mínima significativa.

En cuanto a los sustratos evaluados (Tabla 4), los sustratos comerciales mostraron superioridad, lo cual puede atribuirse a su composición, que suele incluir mezclas de turba, nutrientes, cortezas, perlita, vermiculita, entre otros componentes.

Además, estos sustratos están libres de semillas de malezas, patógenos, insectos o sustancias fitotóxicas, y se caracterizan por su ligereza, buena porosidad y alta capacidad de retención de humedad (Ramoá, s.f.). Estas propiedades favorecen el desarrollo óptimo de las mudas, lo que se traduce en plantas de mayor tamaño y calidad al momento de la cosecha.

Los sustratos comerciales (Tabla 4) se destacaron por su eficacia, probablemente debido a su composición equilibrada como turba, perlita y vermiculita y a su sanidad, al estar libres de malezas, patógenos y toxinas. Estas características, junto con su ligereza, porosidad y capacidad de retención de humedad, crean un entorno ideal para el desarrollo vigoroso de las mudas, favoreciendo así una mejor calidad de planta al momento de la cosecha (Han et al., 2022).

### Diámetro polar de cabeza

El mejor resultado se obtuvo con el uso de bandejas flotantes, lo cual coincide con lo reportado por Bárbaro et al. (2015), quienes destacaron que esta técnica facilita el riego y la fertilización, reduce el estrés mecánico, edáfico y climático durante el trasplante, y permite una recuperación más rápida de las plantas, favoreciendo así un mejor desarrollo en campo.

El mejor resultado se obtuvo con el uso de bandeja flotante, lo cual confirma con lo reportado por Barbaro et al. (2015), quienes destacaron que esta técnica facilita el riego y la

fertilización, reduce el estrés mecánico, edáfico y climático durante el trasplante, y permite una recuperación más rápida de las plantas, favoreciendo así un mejor desarrollo en campo.

**Tabla 5.** Efecto de bandeja y sustrato sobre el diámetro polar de cabeza de repollo. Concepción, 2021.

| Parcela                | Sub-parcela  | Diámetro polar (cm) |
|------------------------|--------------|---------------------|
| Bandeja**              | Flotante     | 15,01 a             |
|                        | Convencional | 11,25 b             |
| Sustrato <sup>NS</sup> | Sustrato 1   | 13,19 a             |
|                        | Sustrato 2   | 13,06 a             |
| MG:                    |              | 13,3                |
| CV (%) bandeja:        |              | 4,04                |
| CV (%) sustrato:       |              | 4,60                |

Medias seguidas por la misma letra, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. NS: Diferencia no significativa.

\*\* : Diferencia altamente significativa. MG: Media general. CV: Coeficiente de variación.

### Peso individual de cabeza

En la tabla 6, puede visualizarse la comparación de medias para la determinación peso individual de cabezas de repollo, y según la misma son observados efectos de significancia estadística para ambos factores evaluados.

**Tabla 6.** Efecto de bandeja y sustrato sobre el peso individual de cabeza de repollo. Concepción, 2021.

| Parcela          | Sub-parcela  | Peso individual de la cabeza (g) |
|------------------|--------------|----------------------------------|
| Bandeja**        | Flotante     | 1890,75 a                        |
|                  | Convencional | 1215 b                           |
| Sustrato**       | Sustrato 1   | 1871,38 a                        |
|                  | Sustrato 2   | 1234,38 b                        |
| MG:              |              | 1552,87                          |
| CV (%) bandeja:  |              | 14,52                            |
| CV (%) sustrato: |              | 11,29                            |

Medias seguidas por la misma letra, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. \*\*: Diferencia altamente significativa. MG: Media general. CV: Coeficiente de variación.

Los datos obtenidos con el peso individual de cabeza muestran que el mayor valor se registró con el uso de bandejas flotantes, alcanzando un promedio de 1.890,75 g. Este resultado coincide con lo señalado por Enciso et al. (2014), quienes señalan que varias investigaciones realizadas en diferentes

hortalizas, destacan al *floating*, como la mejor opción para la obtención de mudas de calidad, lo cual presupone un buen desarrollo y productividad de las plantas al momento de la cosecha, debido a la optimización de las condiciones hídricas y de la nutrición mineral.

En lo que respecta al tipo de sustrato, se obtuvo un mayor peso individual con el sustrato comercial, registrando un promedio de 1.871,38 g. No obstante, a diferencia del presente trabajo Arancon et al. (2004), investigando sobre el efecto de sustratos orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento del pimiento, logran los mejores resultados con sustratos preparados a base de vermicompost; y menciona al respecto que los abonos orgánicos además de aportar nutrientes y materia orgánica al suelo o sustratos donde es aplicado; también aporta hormonas y promotores de crecimiento que influye en un mayor desarrollo y rendimiento de los cultivos en los cuales se utiliza.

### Rendimiento

Para la determinación rendimiento de repollo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), puede ser visualizado en la tabla 7, efectos significativos de los factores, así también se observan efectos de interacción entre Bandeja x Sustrato.

Teniendo en cuenta los sustratos empleados en este trabajo, dentro de las bandejas utilizadas, se evidencia en ambos, que el sustrato comercial, supera a nivel de significancia estadística, al sustrato compuesto por la mezcla de humus de lombriz + estiércol bovino. La interacción entre los factores evaluados, señala que la mejor combinación, para la determinación rendimiento, resulta ser, bandeja flotante + sustrato comercial, siendo las medias alcanzadas, netamente superiores con respecto a las demás combinaciones consideradas.

**Tabla 7.** Desdoblamiento de la interacción entre la bandeja y sustrato sobre el rendimiento de cabeza. Concepción, 2021.

| Bandeja      | Sustrato     |              |
|--------------|--------------|--------------|
|              | Sustrato 1   | Sustrato 2   |
| Flotante     | 62884,00 A a | 50234,60 A b |
| Convencional | 49023,40 B a | 26914,60 B b |
| DMS columna: | 3541,65      |              |
| DMS fila:    | 2356,72      |              |

Medias seguidas por las mismas letras mayúsculas en columnas y minúsculas en filas, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. DMS: Diferencia mínima significativa.

Fernández (2013), señala que las bandejas flotantes, a diferencia de la bandeja convencional permiten evitar las pérdidas por evaporación, además del uso eficiente de fertilizantes y la rápida corrección de deficiencias nutricionales, lo cual determina el desarrollo de mudas robustas, con sistemas radiculares de óptimo desarrollo, lo cual repercute marcadamente en la productividad y rendimiento de los cultivos hortícolas.

Además, Botero (2017), comparando sustratos en mostaza roja, coincidiendo con el presente trabajo obtuvo diferencias significativas para los diferentes sustratos evaluados; sin embargo, el autor citado obtuvo los mejores rendimientos con fibra de coco y turba quedando el último lugar el sustrato comercial utilizado por el mismo.

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, en las condiciones en que fue desarrollado el experimento, permiten llegar a las siguientes conclusiones:

Para el factor de bandejas, para la producción de mudas, la utilización de bandejas flotantes, logró los mejores resultados, en la fase de mudas y por ende en la fase productiva.

Para el factor sustratos, el sustrato comercial, obtuvo mejores resultados en relación al sustrato compuesto por humus de lombriz + estiércol bovino. Se observaron efectos de interacción bandejas x sustratos, en las determinaciones: diámetro ecuatorial de cabeza y rendimiento, resultando para ambas determinaciones, la mejor combinación, de bandejas flotante + sustrato comercial.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Atiyeh, R., & Metzger, J. D. (2004). Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*, 93(2), 139-144. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852403003055>
- Barbaro, L. A., Delucchi, G., y Karlanian, M. A. (2015). Producción de plantines de petunia (*Petunia híbrida*) en sistema flotante. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 41(2), 208-214. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1669-23142015000200014&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1669-23142015000200014&script=sci_arttext)

- Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., y Morisigue, D. (2009). El sistema flotante como alternativa para la producción de plantines de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum* L.). *Agriscientia*, 26(2), 63-69.  
[https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668-298X2009000200004&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668-298X2009000200004&script=sci_arttext&tlng=en)
- Bohacz, J. (2017). Biodegradation of feather waste keratin by a keratinolytic soil fungus of the genus *Chrysosporium* and statistical optimization of feather mass loss. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33, 1-16.  
<https://doi.org/10.1007/s11274-016-2177-2>
- Botero, J. P. (2017). *Comparación de sustratos y densidades de siembra en microbrotes de mostaza roja (Brassica rapa nipposinica Bailey)* (Tesis Doctoral, Zamorano, Escuela Agrícola Panamericano).  
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5988/1/CPA-2017-023.pdf>
- De Souza, S. R., Saldanha, C. S., da Rocha Fontinele, Y., de Araújo Neto, S. E., & Kusdra, J. F. (2007). Produção de mudas de alface em sistema floating sob tela de sombreamento e cobertura plástica. *Revista Caatinga*, 20(3), 191-195.  
<https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117565026.pdf>
- Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DMH - DINAC). 2020.  
<https://www.meteorologia.gov.py/pronostico/#concepcion>
- Fernández, N. M. A. (2013). Efecto de diferentes niveles de aireación de la solución nutritiva sobre el crecimiento y la calidad de canónigos y berros cultivados en bandejas flotantes (Proyecto fin de carrera, Universidad Politécnica de Cartagena). Repositorio UPCT  
<http://hdl.handle.net/10317/3130>
- Garay, C. R. E., Bogarin, N. B. G., & Oviedo, V. R. S. (2014). Producción de mudas de tomate en el sistema flotante. *Investigación agraria*, 16(2), 129-135.  
<https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/252>
- Goren, A. Y., Eskisoy, D. N., Genisoglu, S., & Okten, H. E. (2024). Microbial desalination cell treated spent geothermal brine as a nutrient medium in hydroponic lettuce cultivation: Health risk assessment. *Science of The Total Environment*, 907, 167778.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167778>
- Gruda, N., Caron, J., Prasad, M., Maher, M. J. 2016. Growing media. In *Encyclopedia of Soil Sciences*, 3rd ed.; Lal, R., Ed.; CRC Press Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA. 1053–1058.  
[https://www.researchgate.net/publication/311617013\\_Growing\\_Media](https://www.researchgate.net/publication/311617013_Growing_Media)
- Han, L., Mo, M., Gao, Y., Ma, H., Xiang, D., Ma, G., & Mao, H. (2022). Effects of new compounds into substrates on seedling qualities for efficient transplanting. *Agronomy*, 12(5), 983.  
<https://doi.org/10.3390/agronomy12050983>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Py (MAG.). (2014). Programa de Apoyo y comercialización de Hortalizas de Paraguay 2010- 2014. Asunción.65p.
- Telenchana, W. J. (2017). *Evaluación de distintas fórmulas de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de col de bruselas (Brassica oleracea var. gemmifera) en la parroquia Izamba* (Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato). Repositorio UTA.  
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25013>
- Velazquez, G. R. S., Garcia-Garcia, A. L., Ventura-Zapata, E., Barceinas-Sanchez, J. D. O., & Sosa-Savedra, J. C. (2022). A review on hydroponics and the technologies associated for medium-and small-scale operations. *Agriculture*, 12(5), 646.  
<https://doi.org/10.3390/agriculture12050646>
- Warner, L. A., Lamm, A. J., Beattie, P., White, S. A., & Fisher, P. R. (2018). Identifying opportunities to promote water conservation practices among nursery and greenhouse growers. *HortScience*, 53(7), 958-962.  
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI12906-18>