

Producción de plantines de *Lactuca sativa* L. y *Solanum lycopersicum* L. en diferentes sustratos en macetas

Production of *Lactuca sativa* L. and *Solanum lycopersicum* L. seedlings in different substrates in pots

Alan Germán Di Dio¹, Ana Clara Sokolowski^{1*}, Bárbara Prack Mc Cormick¹, Silvina Patricia Debelis¹, Hernán Adrián Rodríguez¹, Víctor José Milicia¹, María Cristina Sandoval¹

alan.didio@hotmail.com, soko576@hotmail.com, b.mcprack@gmail.com, silvinadebelis@yahoo.com.ar, rodriguezhernan09@hotmail.com, victormilicia@hotmail.com, mariacristinasandoval2@gmail.com

¹Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Buenos Aires. Argentina

Recibido 01/12/2023; Aceptado: 10/01/2024

Resumen: La producción y venta de plantines hortícolas en maceta para huertas domiciliarias, es un nicho comercial para los productores familiares. El compost de residuos vegetales o animales puede utilizarse en la formulación de sustratos. El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto del sustrato, con distintas formulaciones, en la producción de plantines de *Lactuca sativa* L. (lechuga) y *Solanum lycopersicum* L. (tomate) en macetas. Se realizó un ensayo bajo invernáculo con 10 tratamientos o sustratos. Se utilizó compost de residuos vegetales y de barrido de corral caprino mezclado con residuos vegetales. Se determinaron pH y conductividad eléctrica del sustrato y parámetros de calidad en plantines. Se encontró que, al incrementar el porcentaje de compost en la mezcla aumenta la conductividad eléctrica y el pH. La emergencia de lechuga y tomate en macetas depende del sustrato. Al analizar el tiempo desde siembra hasta momento óptimo de trasplante en ambos cultivos, a menor contenido de compost menor tiempo. En lechuga, el largo de hoja promedio y peso fresco de biomasa aérea, fue superior en el control comercial respecto a tratamientos con 50% de compost, sin afectar el largo de raíces. En tomate, el largo de hojas promedio resultó inferior en los tratamientos con 50 % de compost, sin afectar el largo promedio de raíces. El peso fresco y seco de la biomasa aérea, fue superior en los tratamientos con tierra negra y menor contenido de compost.

Palabras-clave: hortícola; formulaciones; calidad; compostaje; residuos.

Abstract: Production and sale of potted vegetable seedlings for home gardens is a commercial niche for family farmers. Compost from organic waste can be used to formulate substrates. The aim was to study the effect of substrate, with different formulations, on *Lactuca sativa* L.(lettuce) and

Solanum lycopersicum L.(tomato) seedlings in pots. A greenhouse trial was carried out with 10 treatments. Compost from vegetable waste and goat yard sweepings mixed with vegetable waste was used. pH and electrical conductivity and seedling quality parameters were determined in substrates. Increasing compost in the mixture increases the electrical conductivity and pH. Substrates have affected the emergence. The lower the compost content, the shorter time from sowing to optimum transplanting. In lettuce, average leaf length and fresh weight of aerial biomass, commercial control outperformed treatments with 50% compost, without affecting root length. In tomato, average leaf length was lower in treatments with 50% compost, without affecting root length. Fresh and dry weight of aerial biomass was higher in treatments with black soil and lower compost content.

Keywords: horticultural; formulations; quality; composting; waste.

1. Introducción

Los productores hortícolas familiares han encontrado en el cultivo de plantines hortícolas para la huerta urbana, una alternativa para diversificar sus productos y continuar en el circuito productivo ante dificultades climáticas y de mercado. Toda vez que no cuentan con financiamiento externo para fortalecer aspectos productivos, y dependen de insumos externos. En este contexto, la venta directa, del productor al consumidor es un canal atractivo para la comercialización (Cieza, 2012). La producción de plantines hortícolas en maceta podría ser utilizada por productores hortícolas y florícolas, para la venta al público en general que quiere tener su huerta agroecológica en casa. Con ello podrían diversificar la producción y mejorar su rentabilidad (García, 2016). Con creciente frecuencia se ven huertas agroecológicas en los hogares, para obtener alimentos diversos, sanos y libres de productos tóxicos que afecten a la salud (Bairó, 2023). Surge un nuevo nicho dentro del mercado, donde aparecen los consumidores de plantines hortícolas (FAO, 2014).

La utilización de macetas para plantines hortícolas con perspectiva de horticultura urbana ofrece ventajas como el ahorro de espacio, mayor control sobre las condiciones de cultivo, movilidad, reducción del riesgo de plagas y enfermedades, estética y facilidad de mantenimiento. El trabajo se centra en especies hortícolas que son muy elegidas y utilizadas por los consumidores a diario, como la lechuga y el tomate. La lechuga es una de las hortalizas que más se consume en fresco, siendo la especie más utilizada en la preparación de ensaladas. Es un alimento importante por su alto tenor en elementos minerales y por su riqueza en vitaminas, con un bajo contenido calórico. Mientras que el tomate es uno de los productos hortícolas más importantes por su alto consumo, gran superficie en producción y por la investigación desarrollada en torno a esta especie.

Al iniciar una huerta y para asegurar el producto final, se requieren plantines de calidad. Frente a la siembra directa, el trasplante permite un uso más eficiente de la semilla y del agua, un mejor control de las condiciones ambientales y sanitarias. También permite seleccionar plantines uniformes y de mayor calidad para la iniciación del cultivo. Esto logra un establecimiento más homogéneo, y un incremento en la cosecha (Andriolo et al., 2003). En las macetas, a diferencia de los almácigos tradicionales, al retirar el plantín este sale con el pan de tierra recubriendo sus raíces. Así, se previenen enfermedades que pueden ingresar a

través de raíces dañadas y se evita la ruptura de raíces y el shock de trasplante, logrando un mayor éxito aún en huertas familiares (Ramoá, 2019).

La elección de los sustratos depende del pH, la capacidad de intercambio catiónico, la porosidad o la salinidad, que afectan el crecimiento de las plántulas. Pero también del costo, la disponibilidad o facilidad de manejo (Cadahía López, 2005). El componente más barato es el uso directo del suelo. Este aporta minerales, retiene la humedad y si son arcillosos, permiten una mejor formación del cepellón (no se desarma al sacarlos del contenedor). Sin embargo, un exceso de suelo arcilloso dentro del contenedor, puede reducir el espacio poroso afectando la germinación (Saavedra, 2017) o, favorecer la proliferación de patógenos (Raviv y Leith, 2008). Asimismo, el agotamiento del recurso y su degradación, promovió el uso de otros materiales para lograr un sustrato con características apropiadas para el cultivo en macetas. Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, puro o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular. Existen numerosos materiales que se utilizan como componentes para la formulación de sustratos para plantines hortícolas.

La turba es utilizada en la formulación de sustratos por su bajo pH, alta capacidad de intercambio catiónico y porosidad (Inbar et al., 1990). Además, tiene un efecto amortiguador del pH y actúa como fuente de liberación lenta de nitrógeno, mejorando la disponibilidad de nutrientes para la planta (FAO, 2002). Sin embargo, las reservas de turba son limitadas y no renovables y el uso indiscriminado puede provocar un impacto negativo al ambiente (Abad et al., 1995). Otro material utilizado es la resaca de río que se produce por una acumulación de residuos vegetales en condiciones anaeróbicas en el delta del Río Paraná (Gallardo y Valenzuela, 2005). Sus características son similares a las de la turba, con baja densidad aparente, alta porosidad y capacidad de retención de agua (Gallardo et al., 2006), aporta materia orgánica y nutrientes y tiene un pH ligeramente ácido. Un material inorgánico muy utilizado es la perlita, un silicato de aluminio de origen volcánico, con alta capacidad de retención de agua, elevada porosidad y pH cercano al neutro. Sin embargo, su capacidad de intercambio catiónico es muy baja a nula, y al no ser biodegradable luego de su uso, se convierte en residuo (Domeño et al., 2009). Los productores están intentando dejar de usar la perlita por su costo, la turba y el suelo por el agotamiento del recurso. Una de las posibles alternativas es utilizar el compost de residuos vegetales y/o animales. El compost puede ser elaborado a partir de residuos orgánicos vegetales, estiércol de animales y demás residuos de la industria agrícola o pecuaria (Wathier et al., 2019). Dada la gran cantidad de residuos pecuarios y agrícolas que se generan y, para prevenir que estos impacten negativamente sobre el ambiente (Burés, 1997), dentro de la formulación de los sustratos se incluye al compost. Asimismo, en la producción animal, es donde se utiliza en general una cama de material seco (paja, viruta o cascarilla de arroz) para absorber y contener parte de las deyecciones, que resulta beneficiosa para el proceso de compostaje. En horticultura lo más común es utilizar cama de pollo como enmienda orgánica, pero se han mencionado algunos aspectos no deseables (Paladino et al., 2018). Sin embargo, el barrido de corral caprino también puede compostarse. Su riqueza en macronutrientes lo convierte en un buen abono para los cultivos. Su calidad

depende de la pureza del estiércol, de su compactación y secado y del manejo de la majada caprina (Chaín et al, 2019).

Existen pocos estudios sobre la calidad de plantines que incluyen compost en la formulación de sustratos. Además, no se conocen los porcentajes adecuados de estos en las mezclas, para producir plantines para huertas domiciliarias. El objetivo del trabajo fue conocer el efecto del sustrato según distintas formulaciones, para la producción de plantines de *Lactuca sativa* L. (lechuga) y *Solanum lycopersicum* L. (tomate) en macetas.

2. Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el invernáculo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FCA-UNLZ), Lomas de Zamora, Provincia de Buenos Aires durante noviembre de 2022 (Figura 1). El diseño estadístico utilizado fue completamente aleatorizado con 10 tratamientos (sustratos con distintas formulaciones). Para las determinaciones de los sustratos se trabajó con 3 repeticiones y de los plantines con 12 repeticiones o macetas.

Figura 1

Desarrollo del experimento



Para la preparación de los tratamientos (Tabla 1), los componentes de los sustratos medidos en volumen se mezclaron en una bandeja de plástico. Con la mezcla obtenida se rellenaron las macetas hasta la misma altura y se sembró a 1,5 cm de profundidad. Se utilizaron macetas de plástico soplado N°8 con volumen de 500 cm³ y, semillas de *L. sativa* (lechuga) y *S. lycopersicum* (tomate) de la colección Pro-Huerta (2022). Se colocaron 3 semillas por maceta y se raleó dejando una. En cada bandeja blanca se colocó un tratamiento. El riego fue manual y sin aplicar agroquímicos.

Tabla 1.

Porcentaje de cada componente en la formulación de los tratamientos

		Materiales					
		Sustrato comercial	Perlita	Resaca	Compost de restos vegetales	Compost de barrido de corral caprino y restos vegetales	Tierra negra
I	CRLsc	100					
	CRLtn						100
	RV100				100		

RV75		25		75		
RV50		25	25	50		
RV25		15		25		60
CV100					100	
CV75		25			75	
CV50		25	25		50	
CV25		15			25	60

CRLsc (100 % sustrato comercial), CRLtn (100 % tierra negra), RV100 (100 % compost de restos vegetales), RV75 (75 % compost de restos vegetales y 25 % perlita), RV50 (100 % compost de restos vegetales, 25 % perlita y 25 % resaca de río), RV25 (25 % compost de restos vegetales, 15 % de perlita y 60 % de tierra negra), CV100 (100 % compost de barrido de corral caprino y restos vegetales), CV75 (75 % compost de barrido de corral caprino y restos vegetales y 25 % perlita), CV50 (50 % compost de barrido de corral caprino y restos vegetales, 25 % perlita y 25 % resaca de río) y CV25 (25 % compost de barrido de corral caprino y restos vegetales, 15 % perlita y 60 % de tierra negra).

Se utilizaron los sustratos comerciales: Grow Mix Multipro, resaca de río Bertinat y tierra negra Loma Verde. Por otro lado, el compost de residuos orgánicos vegetales y el compost de residuos orgánicos más barrido de la producción caprina, se prepararon en la FCA-UNLZ. Ambos se generaron en composteras de madera, con más de un m³ de volumen, con aireación pasiva a través de tubos de PVC perforados en la base y controlando humedad y temperatura. El tiempo de compostaje, desde el agregado del material inicial hasta obtener compost, fue de seis meses. Estos materiales se tamizaron utilizando mallas de 8 mm previo uso para homogeneizar el tamaño de partículas.

Tabla 2.

Caracterización de los materiales compostados

Material compostado	pH	CE ds m ⁻¹	MO %	Ce %	Ptot mg kg ⁻¹	Nt %
Barrido de corral caprino y restos orgánicos vegetales	7,65	4,69	50,73	49,27	5486,17	1,89
Residuo vegetal	9,34	4,63	51,60	48,40	4434,25	2,08

pH y CE: potencial de hidrógeno y conductividad eléctrica por extracto acuoso con agua destilada en una relación 1:10 y MO y Ce: materia orgánica y cenizas por el método de calcinación (Martínez *et al.*, 2021); Nt: nitrógeno total por Kjeldahl (SAMLA, 2004); Ptot (Richards,1993).

Luego del momento óptimo de trasplante de los plantines, se tomaron tres muestras, de cada tratamiento y se midió la conductividad eléctrica (CE) y el pH. El momento óptimo del plantín para trasplante, fue, en el caso de lechuga cuando los plantines presentaron cuatro hojas verdaderas totalmente expandidas y, en el caso de tomate, cuando éstos además de presentar cuatro hojas verdaderas totalmente expandidas, alcanzaron una altura de 10 cm. Las muestras de los sustratos se secaron en bandejas hasta peso constante y se molieron con un molinillo metálico de impacto para forraje. Ambas determinaciones se realizaron en una relación 1:10 compost-agua y según la metodología descrita por Martínez *et al.* (2021).

A partir de la siembra y hasta el momento óptimo de trasplante, se realizó el seguimiento de los plantines. En lechuga se registró el porcentaje de emergencia (PEI), el tiempo en días que tardaron en alcanzar el máximo porcentaje de

emergencia (TEI), el número de hojas totalmente expandidas (NHVL) y el tiempo en días que tardaron en alcanzar el momento óptimo para trasplante (TTI). En el caso de los plantines de tomate, se registró el porcentaje de emergencia (PEt), el tiempo en días que tardaron en alcanzar el máximo porcentaje de emergencia (TEt), la altura promedio (AP) y el tiempo en días que tardaron en alcanzar el momento óptimo para trasplante (TTt). El PE, en ambos cultivos, se determinó a partir del recuento, de la cantidad de macetas con una plántula emergida en relación a la cantidad total de macetas sembradas. El TE, en ambos cultivos, se calculó realizando el conteo de los días que tardaron desde la siembra hasta la emergencia de las plántulas. El NHVL se determinó a partir del promedio, de la cantidad total de hojas verdaderas totalmente expandidas de todos los plantines desde la siembra hasta el momento óptimo de trasplante. Por otro lado, en AP se realizó la medición y promedio de la altura de todos los plantines desde la emergencia hasta el momento óptimo del trasplante. Por último, el TT se determinó a partir del conteo de los días que tardaron desde la siembra hasta el momento óptimo de trasplante.

Luego del momento de trasplante, se descalzaron los plantines, de ambos cultivos, sin dañar las raíces y se midió el largo de hojas promedio (LHP) y el largo de raíces promedio (LRP). El LHP se determinó a partir de promediar el largo de las cuatro hojas del plantín de las repeticiones realizadas según el tipo de tratamiento. La LRP representa el largo máximo de la cabellera radicular promedio de las repeticiones según tratamiento. Posteriormente, se separó la parte aérea de la parte radicular para determinar el peso. Se registró, en ambos cultivos, el peso fresco de la biomasa aérea (PFA) y el peso fresco de la biomasa de raíces (PFR). Finalmente, el material vegetal fresco se colocó en bolsas de papel y se llevó a estufa a 70° C hasta peso constante para obtener el peso seco de la parte aérea (PSA) y de raíces (PSR).

PE, NHVL y AP se presenta de manera descriptiva. El efecto de los tratamientos sobre TE, TT, PFR, PFA, PSR, PSA, LRP y LHP, en ambos cultivos, se evaluaron estadísticamente mediante un análisis de varianza utilizando el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2020). Las medias significativamente diferentes se separaron usando test DGC ($p < 0,05$).

2. Resultados y Discusión

Al analizar la CE se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). Se conformaron seis grupos (Tabla 3). CRLsc y CRLtn presentaron los menores valores, y a su vez se diferenciaron entre ellos, donde CRLsc no superó los 2 dSm^{-1} y CRLtn no superó los 3 dSm^{-1} . Warncke (1988) recomienda que la CE no debe superar el valor de 3 dSm^{-1} . Seguidamente, y sin diferencias entre ellos, se encuentran CV25, RV25, RV50 y RV75 que no superan el valor de 4 dSm^{-1} y, finalmente, los tratamientos CV50, CV75, CV100 y RV100 con los valores entre 4 y 6 dSm^{-1} . El cultivo de lechuga es relativamente sensible a la elevada salinidad, siendo el rango de los valores umbrales óptimo para la especie, entre 1,0 y 1,4 dSm^{-1} (Carranza et al., 2009). Al sobrepasar el valor de 3 dSm^{-1} , la absorción de agua y nutrientes disminuye, lo que provoca una menor productividad (Bilal et al., 2020). Por su parte, el cultivo de tomate es considerado moderadamente sensible a la salinidad. Según Queensland Government (2009), el

promedio del umbral es de 2,3 dSm⁻¹, pudiéndose considerar valores aceptables hasta los 2,5 dSm⁻¹ (Hanna, 2003).

Al analizar el pH, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). Los controles CRLsc y CRLtn presentaron los menores valores, y a su vez se diferenciaron entre ellos, donde CRLsc no superó un valor de 7 y CRLtn alcanzó 7,5. Por otro lado, CV25, RV25 y CV100 no superaron el valor de 8 y CV50 y RV 50 no superaron un valor de 9. Finalmente, CV75, RV75 y RV 100 presentaron los mayores valores de pH superando el valor de 9. Para una óptima germinación en el cultivo de lechuga, el pH debe permanecer entre los valores de 5 y 7. En este rango, los nutrientes se encuentran solubles y pueden ser aprovechados por la planta, en la etapa inicial y durante el crecimiento (Mickelbart et al., 2007). Además, se observó una respuesta lineal al incrementar las proporciones de compost en la mezcla. En cuanto al cultivo de tomate, el rango óptimo de pH para la germinación se encuentra entre 5,5 y 6,5 (Verdonck et al., 1988). Durante el crecimiento, el tomate puede tolerar un pH de hasta 7,5, pero a valores superiores sufre deficiencia de nutrientes. La incorporación de proporciones crecientes de un material compostado produjo incrementos en los valores de pH y CE en los tratamientos (Restrepo et al., 2013).

Tabla 3.

Valor promedio y desvío estándar de la conductividad eléctrica (CE) y del pH para los diferentes tratamientos (sustratos).

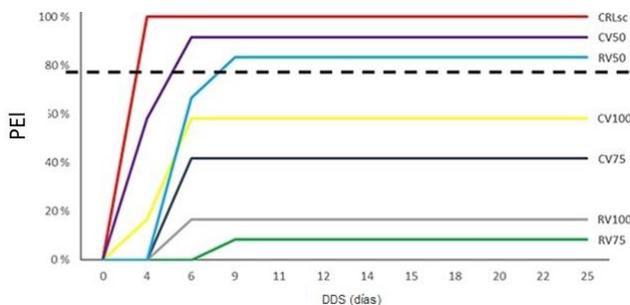
Sustrato	CE (dSm ⁻¹)	DESVÍO	pH	DESVÍO
T1	1,67 a	0,35	6,3 a	0,36
T2	4,89 e	0,17	9,15 f	0,038
T3	5,88 f	0,12	9,04 f	0,07
T4	5,18 e	0,06	7,94 c	0,04
T5	3,61 c	0,06	9,84 g	0,05
T6	3,29 c	0,18	8,82 e	0,05
T7	4,07 d	0,17	8,34 d	0,16
T8	2,88 b	0,11	7,54 b	0,13
T9	3,39 c	0,13	7,95 c	0,04
T10	3,28 c	0,13	7,89 c	0,12

Las letras diferentes indican las diferencias estadísticamente significativas.

En lechuga, en CRLtn, CV25 y RV25 no se registró emergencia en ninguna maceta; esto puede deberse a una menor humedad retenida en aquellos tratamientos que incluyen tierra negra (Quesada Roldán y Méndez Soto, 2005), que sumado a las elevadas temperaturas estivales pudieron generar una termodormancia e impedir la correcta germinación de las semillas. Guevara (1999), indicó que con el incremento de la temperatura ocurre un aumento en la intensidad de las reacciones metabólicas y mayor consumo de oxígeno en el embrión. Del resto de los tratamientos, sólo CRLsc alcanzó el 100 % de emergencia (Figura 3), lo cual podría atribuirse a su mayor retención de humedad, porosidad total y menor conductividad eléctrica. RV50 y CV50 superaron el 80 % de porcentaje de emergencia (PE) siendo los tratamientos con los valores más cercanos al CRLsc. Por otro lado, entre los tratamientos donde prevalece el compost, CV100 apenas superó el 50 % y CV75, RV100 y RV75 resultaron aún más bajos. Atribuido a la alta conductividad eléctrica y al bajo espacio poroso total de los compost, que afecta la capacidad de intercambio gaseoso del medio

disminuyendo el oxígeno disponible para la germinación (Handreck y Black, 2002). Este cultivo es más susceptible a la salinidad (entre 1,0 dSm⁻¹ y 1,4 dSm⁻¹) (Carranza et al., 2009), que el cultivo de tomate (entre 2,3 dSm⁻¹ y 2,5 dSm⁻¹) (Hanna, 2003), así también a las altas temperaturas estivales. Por lo tanto, en este ensayo sólo CRLsc, RV50 y CV50 alcanzaron valores aceptables de PE, mayores al 80 % (INIA, 2019). Al analizar el tiempo transcurrido en días entre siembra y el máximo PE para lechuga (TEI), se observaron dos grupos con diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). En el primer grupo solo estuvo RV75, con el mayor valor de TEI de 9 días, coincidiendo con el menor PE alcanzado. Los tiempos del segundo grupo, variaron entre 4 y 6,82 días siendo CRLsc el de menor valor y RV50 el de mayor valor.

Figura 3. Porcentaje de emergencia en plántulas de lechuga (PEI) según días después de la siembra (DDS)*.

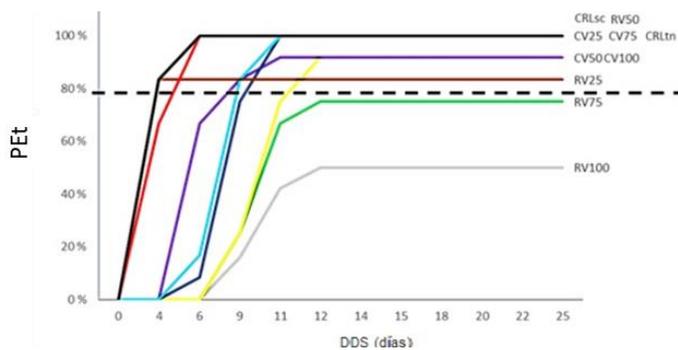


* Con línea punteada se señala el % mínimo aceptable de emergencia.

Los plantines de tomate resultaron más tolerantes que los plantines de lechuga, pues se observó emergencia en todos los tratamientos (Figura 4). Al analizar el PEt, CV75, CV25 y RV50 alcanzaron el 100 % al igual que los controles CRLsc y CRLtn. Por otro lado, CV100, CV50 y RV25 superaron el 80 % y RV75 alcanzó un 75 %. Por último, RV100 solo tuvo un valor del 50 % de emergencia. Considerando que el porcentaje de emergencia mínimo aceptable para la producción de plantines, se encuentra en 80 % (INIA, 2019), solo RV100, conformado por 100 % de compost de residuos vegetales, no alcanzó este valor. Esto puede deberse a la alta CE (5,88 dSm⁻¹), la más alta de todos los tratamientos evaluados. Al analizar el TEt se encontraron tres grupos con diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). El primer grupo conformado por CRLsc, CRLtn, CV25, CV50 y RV25, presentaron el menor TEt que variaron entre 7 y 7,5 días. El segundo grupo presentó valores intermedios, entre 8,8 y 11 días y se ubicaron RV50, CV75, RV75 y CV100. Ambos resultados fueron similares a los encontrados al estudiar el PE. El tercer grupo, donde se ubicó RV100, presentó el mayor valor de TEt, 13 días, coincidiendo con el menor PE alcanzado. A medida que se incrementa el porcentaje de compost en la mezcla, la germinación tiende a disminuir debido a sus características. Esto podría limitar la disponibilidad de

oxígeno en etapas iniciales e inhibir la germinación. (Hartmann y Kester, 1984). El tiempo de emergencia es directamente proporcional al porcentaje de compost en el tratamiento. La respuesta en RV100, podría atribuirse al elevado pH (Backes et al., 1988).

Figura 4.
Porcentaje de emergencia en plantines de tomate (PEt) según días después de la siembra (DDS)*.



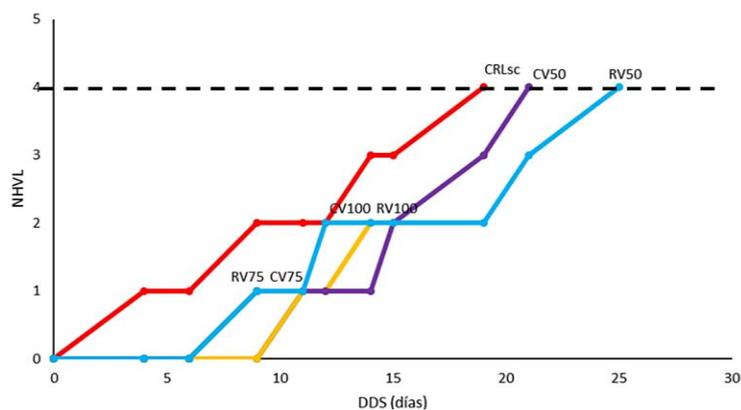
* Con línea punteada se señala el porcentaje de emergencia mínimo aceptable.

Al estudiar el NHVL (Figura 5) se presentan los resultados de los tratamientos con emergencia en al menos una maceta (CRLsc, RV100, RV75, RV50, CV100, CV75 y CV50). Para determinar el momento óptimo de trasplante se tuvo en cuenta que la mayoría de los plantines alcanzaran cuatro hojas verdaderas totalmente expandidas (INIA, 2019), y se tomó ese día como momento de finalización del ensayo. Solo el control CRLsc y los tratamientos RV50 y CV50, conformados por 50 % de compost, 25 % de perlita y 25 % de resaca, alcanzaron el momento óptimo para trasplante del plantín. Los demás tratamientos no alcanzaron el valor óptimo de cuatro hojas verdaderas totalmente expandidas. Los resultados observados en RV75, RV100, CV75 y CV100, podrían deberse al bajo espacio poroso total de los tratamientos con alto porcentaje de compost y a la alta saturación del sustrato con agua que se asocia a una baja disponibilidad de oxígeno para la correcta respiración radicular de los plantines (Burés, 1997). Diferentes tipos de poros poseen diferentes propiedades (Pape y Lager, 1994), por lo que varían en función de la proporción en la que se mezclen. A su vez, la alta CE y el pH podrían ser los condicionantes de los tratamientos que poseen más del 50 % de compost. Si los valores de salinidad del tratamiento son mayores a 5 dSm^{-1} , como en el caso de RV100 y CV100, se produce reducción del crecimiento (Bunt, 1988). En el caso de RV75 y CV75, si bien en ambos la salinidad no supera el valor de 5 dSm^{-1} , el valor de pH se encuentra por encima de 9. Dado que en lechuga el óptimo está entre 5 y 7 (Mickelbart et al., 2007), esto podría generar una menor asimilación de nutrientes y menor crecimiento de hojas.

Al analizar el TTI, se encontraron tres grupos con diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). El tratamiento que presentó la mayor duración fue RV50

con 25 días y el de menor valor fue CRLsc con 19 días. Con respecto a CV50 este se ubicó en el medio con 21 días. Este comportamiento encontrado podría ser tenido en cuenta si los productores desean adelantar o retrasar el tiempo hasta el trasplante.

Figura 5.
Número de hojas verdaderas totalmente expandidas en plantines de lechuga (NHVL) según días después de la siembra (DDS)*.



* Con línea punteada se señala el número de hojas verdaderas totalmente expandidas que marca el momento óptimo del plantín para trasplante.

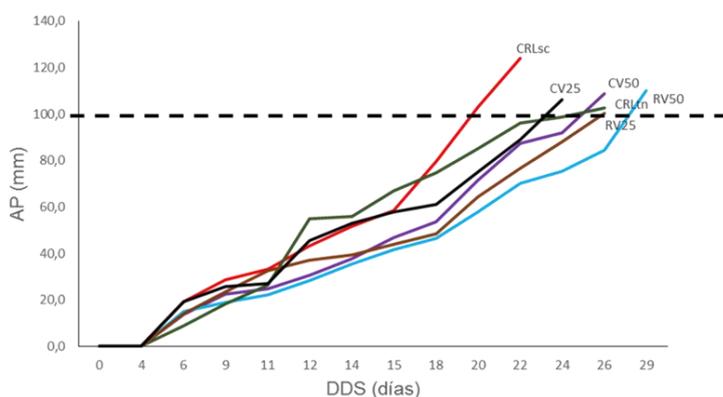
En cuanto a los plantines de tomate, CRLsc, CV25, CV50, CRLtn, RV25 y RV50, alcanzaron cuatro hojas verdaderas totalmente expandidas y los 10 cm de altura (Figura 6). Esto incluye a ambos controles y a los tratamientos que tienen el menor porcentaje de compost en su composición o aquellos que incluyen resaca de río y tierra negra en la mezcla. Por otro lado, aquellos que no alcanzaron estos requisitos son los tratamientos que poseen el mayor porcentaje de compost en su composición. Por lo tanto, estos resultados podrían deberse a los valores elevados de CE y de pH. Los altos niveles de sustratos orgánicos podrían elevar los valores de salinidad. Si las sales disueltas en el sustrato se elevan, el valor de la tensión osmótica es mayor y la planta puede llegar a padecer un déficit hídrico, semejante al que se produce en condiciones de sequía (Ansorena Miner, 1994). A esto se le suma el elevado valor de pH de estos tratamientos que generan una menor asimilación de los nutrientes (Soria, 2002) y, por lo tanto, un menor crecimiento de la planta. Los tratamientos donde los plantines tuvieron mayor altura, también presentaron mayor porcentaje de emergencia; lo cual se puede atribuir a las características propias del sustrato. Resultados similares obtuvieron Sandó et al. (2006), según la proporción del compost en la mezcla.

Al analizar el TTt, se encontraron cuatro grupos con diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). El tratamiento con el mayor tiempo fue RV50 (29 días) seguido por CV50, RV25 y CRLtn (26 días) y el control CTLsc fue el que requirió menos tiempo hasta trasplante (22 días). Este comportamiento encontrado podría

ser tenido en cuenta si los productores desean adelantar o retrasar el tiempo hasta el trasplante. Este resultado se relaciona con las características químicas del sustrato, pues los tratamientos con mayor porcentaje de compost tienen mayor pH. Este incremento en el pH podría estar afectando la asimilación de nutrientes y así tardar más tiempo en llegar al momento óptimo de trasplante (Soria, 2002).

Figura 6.

Días después de la siembra (DDS) para alcanzar la altura promedio (AP) de plantines de tomate en el momento óptimo para el trasplante.*

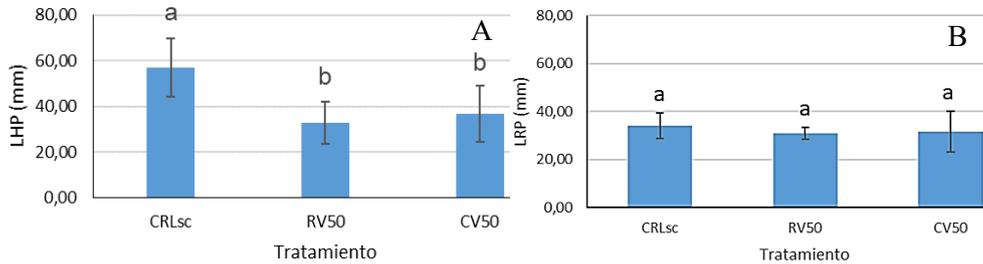


* Con línea punteada se señala la altura del plantín que marca el momento óptimo del plantín para trasplante.

Al analizar el LHP se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). CRLsc presentó el mayor valor, 57,18 mm (Figura 7A) esto puede deberse al porcentaje de compost en la mezcla, que eleva el pH y la conductividad eléctrica. Coincide con lo analizado por Maas y Hoffman (1977), debido a limitaciones que afectan directamente la asimilación de nutrientes clave para el crecimiento aéreo. Pérez Lathrop (2011), no registró diferencias en el largo de las hojas de lechuga con el uso de lombricompost, un material altamente orgánico, al igual que el compost. Según Ballester (1992), pH superiores a 6 producen problemas en la disponibilidad de fósforo responsable del crecimiento vegetativo y la expansión foliar. Por otro lado, al estudiar el largo promedio de raíces (Figura 7B) no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$). El crecimiento de raíces en un sustrato comercial, resultó similar al que incluye en su formulación, algún compost. Entonces, no es necesario utilizar un sustrato comercial.

Figura 7.

A) Valores de largo de hoja promedio (LHP) y B) largo de raíz promedio (LRP) en plantines de lechuga que alcanzaron el momento óptimo de trasplante.*

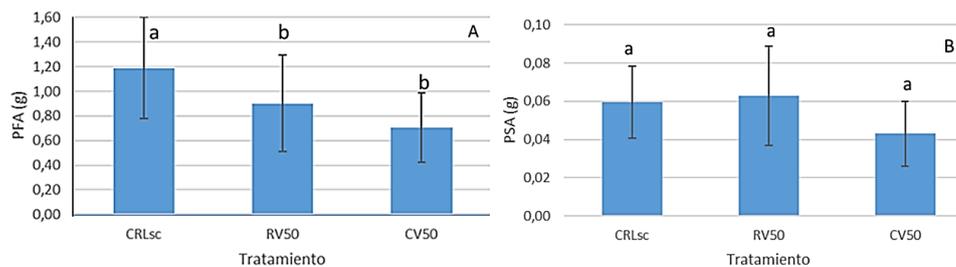


* Letras diferentes señalan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Las líneas por encima de las barras indican el desvío estándar.

Al analizar el peso fresco de la biomasa aérea (Figura 8A) se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). El control (CRLsc) presentó el mayor peso fresco de la biomasa aérea respecto a RV50 y CV50. Los valores fueron de 0,7 g para CV50 y 0,9 g para RV50, siendo éste el más cercano al control (CRLsc) con 1,2 g. La diferencia entre tratamientos que incluyen compost como componente y CRLsc, podrían deberse a las limitantes químicas que presentan estos tratamientos. A medida que la concentración de sales aumenta, la velocidad del crecimiento y el tamaño de las plantas decrecen. Asimismo, no todas las partes de la planta son afectadas igualmente, siendo el crecimiento de la biomasa aérea más afectado que el de raíces (Maas y Hoffman, 1977). Por otro lado, al analizar el peso seco de la biomasa aérea (Figura 8B) no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$).

Figura 8.

A) Valores promedio del peso fresco de la biomasa aérea (PFA) y B) peso seco de la biomasa aérea (PSA) en plantines de lechuga que alcanzaron el momento óptimo de trasplante



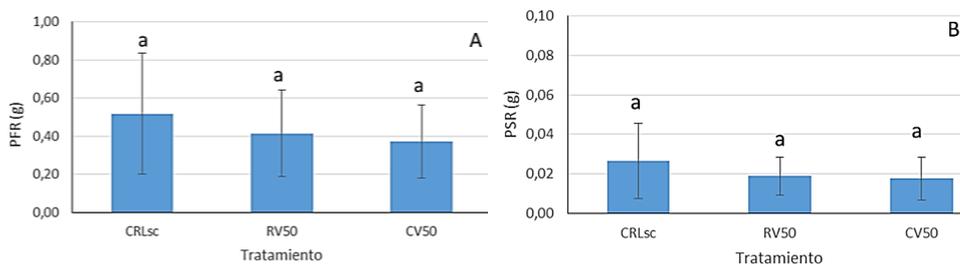
* Letras diferentes señalan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Las líneas por encima de las barras indican el desvío estándar.

Al analizar, tanto el peso fresco como el peso seco de la biomasa de raíces (Figura 9), no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) al evaluar los diferentes sustratos. Esto coincide con Pérez Lathrop (2011) que determinó que el peso seco radicular en plantines de lechuga no muestra diferencias significativas con el uso de diferentes tipos de compost. El crecimiento

de las raíces de plantines de lechuga, utilizando un sustrato comercial, resultó similar a un sustrato que incluye dentro de su formulación, algún compost. Entonces, no es necesario utilizar un sustrato comercial si la respuesta es similar a la utilización de un sustrato que incluye algún componente compostado, por más que posean elevada conductividad eléctrica y elevado pH (Maas y Hoffman, 1977). Por su parte, Castillo Taco (2010) señala que es de suma importancia conocer las propiedades físicas y químicas del compost antes de su utilización, para descartar aspectos perjudiciales para el cultivo y dosificar una cantidad que no dañe los procesos fisiológicos de la planta.

Figura 9.

A) Valores promedio del peso fresco de la biomasa de raíces (PFR) y B) peso seco de la biomasa de raíces (PSR) en plantines de lechuga que alcanzaron el momento óptimo de trasplante*.

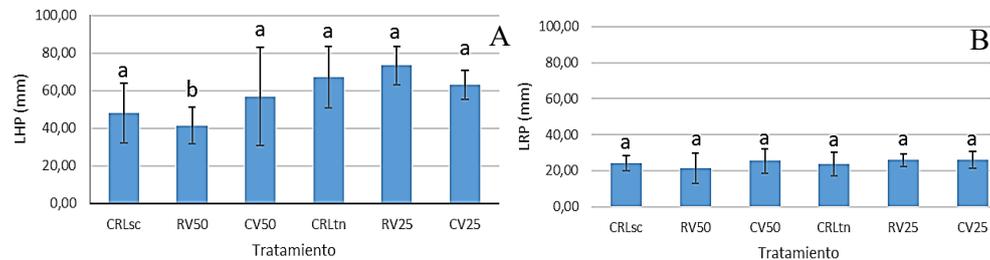


* Letras diferentes señalan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Las líneas por encima de las barras indican el desvío estándar.

En cuanto al largo de hoja promedio en tomate (Figura 10A), se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). El RV50 presentó el valor más bajo con 41,25 mm. Los demás tratamientos superaron los 47 mm de largo de hoja promedio siendo RV25 (73,27 mm) el de mayor valor. Estos resultados no coinciden con los mostrados por Giulietti et al. (2008), quienes al trabajar con lombricompost de cabra, presentaron valores más elevados de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, lo que permitió alcanzar incrementos en el crecimiento de hojas. Los tratamientos donde el crecimiento foliar fue alto, presentaron los valores de pH más bajos y esto puede deberse a que, valores de pH altos se afecta la disponibilidad de fósforo, un elemento importante en el crecimiento vegetativo y la expansión foliar (Ballester, 1992). Al analizar el largo de raíz promedio (Figura 10 B) de plantines de tomate no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p > 0,05$). Es importante resaltar que el empleo de un control comercial o el uso de tierra negra en la formulación de un sustrato para plantines de tomate promueve el crecimiento radicular de la misma manera que lo hace un sustrato que incluye compost en la formulación. Esto podría deberse a que, a pesar de los mayores valores de conductividad eléctrica y de pH en RV50 y CV50, el uso de materiales compostados aporta nutrientes que promueven el crecimiento radicular, compensando el efecto negativo de salinidad y alcalinidad (Giulietti et al., 2008).

Figura 10.

A) Valores promedio del largo de hoja promedio (LHP) y B) largo de raíz promedio (LRP) en plantines de tomate que alcanzaron el momento óptimo de trasplante*

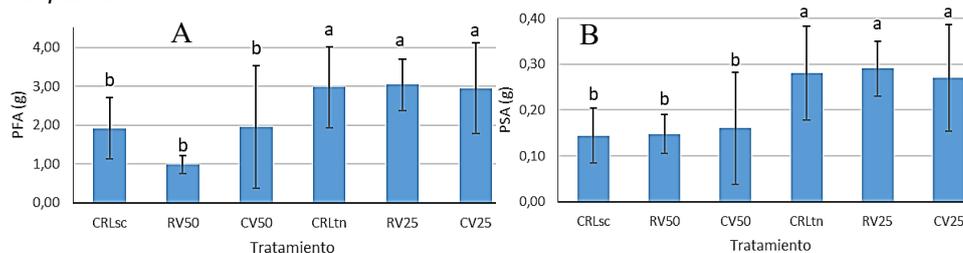


* Letras indican las diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Las líneas por encima de las barras indican el desvío estándar.

Al analizar el peso fresco de la biomasa aérea (Figura 11A) y el peso seco de la biomasa aérea (Figura 11B) se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. CRLtn, RV25 y CV25 (con tierra negra y el menor contenido de compost) presentaron los mayores valores respecto a los tratamientos CRLsc, RV50 y CV50. Estos resultados coinciden con los encontrados por Quesada Roldán y Méndez Soto (2005) para el cultivo de tomate donde los tratamientos con mayor porcentaje de suelo presentaron mayor peso seco respecto a los demás tratamientos. Esto podría deberse a las mejores condiciones fisicoquímicas, lo que permite una mayor asimilación de la planta de nitrógeno y fósforo proporcionado por la tierra negra, que son elementos esenciales para el crecimiento y expansión de hojas (Ballester, 1992).

Figura 11.

A) Valores promedio del peso fresco de la biomasa aérea (PFA) y B) peso seco de la biomasa aérea (PSA) en plantines de tomate que alcanzaron el momento óptimo de trasplante*



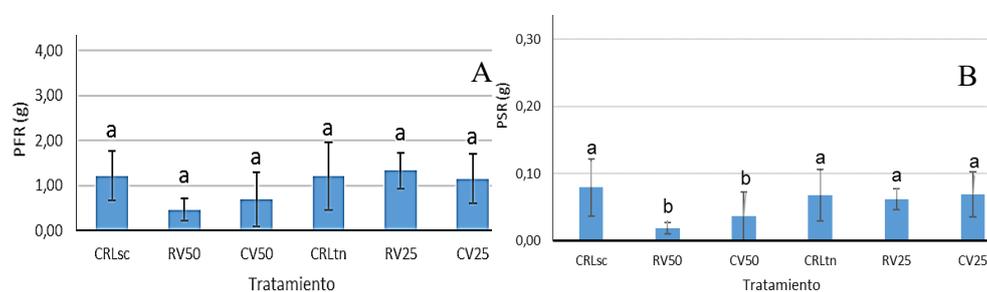
* Letras diferentes señalan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Las líneas por encima de las barras indican el desvío estándar.

Al analizar el peso fresco de la biomasa de raíces de plantines de tomate (Figura 13A) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). Esto difiere con Quesada Roldán y Méndez Soto (2005) quienes plantean que los sustratos más pesados ofrecieron mayor resistencia a la extracción de raíces. El empleo de un control comercial o tierra negra en la formulación de un sustrato

para plantines promueve el crecimiento de la biomasa de raíces tal como lo hace un sustrato que incluye compost en la formulación. Por otro lado, al analizar los resultados de peso seco de la biomasa de raíces (Figura 13B) se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). CRLsc, CRLtn, RV25 y CV25 presentaron los mayores valores respecto a RV50 y CV50. Los valores encontrados en RV50 y CV50 podrían deberse a limitaciones químicas (Paul y Metzger, 2005). Los resultados de peso fresco y de peso seco de la biomasa de raíces, coinciden con los hallados en plantines de tomate producidos mediante la fertilización orgánica (Atiyeh et al., 2001) donde los tratamientos con menor porcentaje de compost en sus proporciones resultaron los valores más elevados.

Figura 13.

A) Valores promedio del peso fresco de la biomasa de raíces (PFR) y B) peso seco de la biomasa de raíces (PSR) en plantines de tomate que alcanzaron el momento óptimo de trasplante*.



* Letras diferentes señalan diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). Las líneas por encima de las barras indican el desvío estándar.

4. Conclusiones

El sustrato generado a partir de la combinación de diferentes materiales y utilizado como medio para la producción de plantines, afecta de manera diferencial la etapa de germinación y hasta momento óptimo para trasplante de plantines de *L. sativa* (lechuga) y *S. lycopersicum* (tomate) en macetas bajo invernáculo. En general, en la medida que se incrementa el porcentaje de compost dentro de la mezcla aumenta el valor de la conductividad eléctrica y de pH.

El porcentaje de emergencia alcanzado en cada sustrato depende de la sensibilidad de cada especie al pH y conductividad eléctrica. En el caso de lechuga, solo control comercial y sustratos que no tienen tierra negra ni elevado porcentaje de compost en su composición alcanzan más de 80 % de emergencia. Las diferencias entre los sustratos se observan en el valor máximo del porcentaje de emergencia y no, en el tiempo en días que tarda cada sustrato en alcanzar el máximo porcentaje de emergencia. En tomate, solo el sustrato que contiene 100 % de compost de barrido de corral más residuos vegetales, no alcanzó valores de 80 % de emergencia. Las semillas de tomate son menos susceptibles a valores elevados de conductividad eléctrica y pH.

Los plantines de lechuga que se desarrollan en el control comercial o sustratos conformados por 50 % de compost, 25 % de perlita y 25 % de resaca, alcanzan

cuatro hojas verdaderas totalmente expandidas. Por otro lado, los plantines de tomate desarrollados en ambos controles o en sustratos con 50 % de compost o que incluyen tierra negra alcanzan cuatro hojas verdaderas totalmente expandidas y 10 cm de altura. Al analizar el tiempo transcurrido en días desde la siembra hasta momento óptimo de trasplante en ambos cultivos, a medida que decrece el contenido de compost, el tiempo disminuye hasta acercarse al control comercial.

El largo de hoja promedio de los plantines de lechuga desarrollado en el control comercial supera a los sustratos con 50 % de compost, sin afectar el largo de raíces. Asimismo, aquellos plantines desarrollados en control comercial, presentan el mayor peso fresco de la biomasa aérea. Por otro lado, el peso seco de la biomasa aérea, el peso fresco y seco de la biomasa de raíces de los plantines no depende del sustrato. En los plantines de tomate, el largo de hojas promedio de plantines desarrollados en sustratos que con 50 % de compost de barrido de corral y residuos vegetales resulta inferior, sin verse afectado el largo promedio de raíces. Al analizar el peso fresco y seco de la biomasa aérea de plantines del control con tierra negra, en sustratos con tierra negra y menor contenido de compost tienen los mayores valores. Solo el peso seco de la biomasa de raíces depende del sustrato. Los plantines desarrollados en los controles o sustratos que incluyen tierra negra y bajo porcentaje de compost presentan los mayores valores.

Es importante conocer las características de los sustratos (salinidad, pH y porosidad) para obtener plantines fuertes. Al asegurar la comercialización de plantines hortícola de calidad, las personas que realicen su huerta en casa, tendrán un buen crecimiento y desarrollo desde la emergencia hasta el trasplante y, en consecuencia, el éxito en la cosecha.

5. Referencias bibliográficas

- Abad, M., Noguera, P. y Noguera, V. (1995, del 29 al 31 de mayo). Turbas para semilleros. [Conferencia] *II Jornadas sobre Semillas y Semilleros Hortícolas*. Andalucía, España.
https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/13371701411II_Jornadas_sobre_Semillas_y_Semilleros_Horticolas__BAJA.pdf
- Andriolo, J. L., Grigoletto Espindola, M. C. y Stefanello, M. O. (2003). Crecimiento e desenvolvimiento de plantas de alface provenientes de mudas com diferentes idades fisiológicas. *Ciência Rural* 33 (1), 35 – 40.
- Ansorena Miner, J. (1994). *Sustratos. Propiedades y caracterización*. Mundi Prensa.
- Atiyeh, R. M., Edwards, C. A., Subler, S. & Metzger, J. D. (2001). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*, 78 (1), 11-20.
- Bairó, H. (2023). *Producción de alimentos agroecológicos*. Módulo 2.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pyp_modulo_02_-_produccion.pdf
- Backes, M. A., Kämpf, A. N. y Bordás, J. M. (1988). Sustratos para produção de plantas em viveiros. *Anais Congresso Florestal Estadual 1*, 665 – 676.
- Ballester – Olmos, J. F. (1992). Sustratos para el cultivo de plantas ornamentales. *Hojas divulgadoras* 11, 2-44

- Bilal, H. M., Zulfiqar, R., Adnan, M., Umer, M. S., Islam, H., Zaheer, H., Abbas, W. M., Haider, F. & Ahmad, I. (2020). Impact of salinity on citrus production. A review. *International Journal of Applied Research* 6, 173-176.
- Bunt, A. C. (1988). *Media and mixes for container-grown plants* (2° edición). Unwin Hyman. https://home.czu.cz/storage/737/65060_A.-C.-Bunt-auth.-Media-and-Mixes-for-Container-Grown-Plants-A-manual-on-the-preparation-and-use-of-growing-media-for-pot-plants-Springer-Netherlands-1988-.pdf
- Burés, S. (1997). *Sustratos*. Ediciones Agrotécnicas S. L.
- Cadahía López, C. (2005). *Fertiirrigación, Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales* (3° edición). Mundiprensa
- Carranza, C., Lancho, O., Miranda, D. y Chaves, B. (2009). Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) 'Batavia' cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana* 27(1), 41-48.
- Carter, M. R. & Gregorich, E. G. (2008). *Soil sampling and Methods of Analysis*. CRC Press.
- Castillo Taco, J. C. (2010). Análisis de lombricompostos a partir de diferentes sustratos. [Tesis de especialización, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70455/juancarloscastillotaco.2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chaín, M. G., Riquelme, I. y Díaz, P. (2019). Producción de plantines de hortalizas. *Informativo INIA* 10. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/5017>
- Cieza, R. (2012). Financiamiento y comercialización de la agricultura familiar en el Gran La Plata. Estudio en el marco de un proyecto de Desarrollo Territorial. *Mundo Agrario* 12 (24), <https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/v12n24a13/html>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. y Robledo C. W. (2020). InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Domeño, I., Irigoyen, I. y Muro, J. (2009). Evolution of organic matter and drainages in wood fibre and coconut fibre substrates. *Sci. Hortic.* 122, 269-274.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2014). *Una huerta para todos. Un manual de auto instrucción* (5° edición). FAO
- Gallardo, C. S. y Valenzuela, O. R. (2005). Alcances de la investigación argentina sobre cualidades y usos agronómicos del lombricompost. *Revista Científica Agropecuaria* 9(1), 55-61.
- Gallardo, C. S., Valenzuela, O. R. y Routhier, M.C. (2006, 7 al 9 de noviembre). Cultivo de mirtáceas nativas de Entre Ríos en sustratos regionales: resultados preliminares. *III Congreso Argentino de Floricultura*, La Plata, Argentina.
- García, M. (2016). Surgimiento, dinámica y rol de las plantineras en el aglomerado hortícola de La Plata. *Estudios Socioterritoriales* 20. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-43922016000200007

- Giulietti A. L., Ruiz, O. M., Pedranzani, H. E. y Terenti, O. (2008). Efecto de cuatro lombricompuestos en el crecimiento de plantas de *Digitaria eriantha*. *International Journal of Experimental Botany*. 77, 137-149.
- Guevara, E. (1999). *Germinación. Curso de principios y aplicaciones de la fisiología vegetal*. Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica. Material mimeografiado. 13 p.
- Handreck, K. A. & Black, N. (2002). *Growing media for ornamental plants and turf*. (3° edición). UNSW Press
- Hanna, Y. (2003). *Greenhouse Tomato Production Manual*. <https://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/38D013C6-A7BF-4702-88DC-921E038778F8/10111/HannaTomatoBook.pdf>
- Hartmann, H. T. y Kester, D. E. (1984). *Propagación de plantas: principios y prácticas*. CECSA.
- Inbar, Y., Chen, Y. & Hadar, Y. (1990). Solid state carbon-13 nuclear magnetic resonance and infrared spectroscopy of composted organic matter. *Soil Science Society of America Journal* 53, 1695-1701.
- Maas, E. V. & Hoffman, G.J. (1977). Crop salt tolerance: Current assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Division* 103,
- Martínez, L. E., Rizzo, P. F., Bres, P. A., Riera, N.I.; Beily, M. E. y Young, B.J. (Comp.) (2021). *Compendio de métodos analíticos para la caracterización de residuos, compost y efluentes de origen agropecuario y agroindustrial*. INTA Ediciones.
- Mickelbart M.V., Stanton K.M., Camberato J. J. & Lee, B. D. (2007). *Commercial Greenhouse and Nursery Production Soil pH*. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/HO/HO-240-W.pdf>
- Paladino, I. R., Sokolowski, A. C., Irigoien, J., Rodríguez, H., Gagey, M. C., Barrios, M. B., De Grazia, J., Debelis, S., Wolski, J. & Buján A. (2018). Soil properties evaluation in horticultural farms of Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina. *Environmental Earth Sciences* 77(11), 1- 8.
- Pape, T.H. & Lagger, D. (1994). *Manual for soil description and classification*. Department of Soil Science and Geology. Wageningen Agricultural University.
- Paul, L. C., & Metzger, J. D. (2005). Impact of vermicompost on vegetable transplant quality. *HortScience* 40(7), 2020-2023.
- Pérez Lathrop, A. (2011). *Humus de lombriz como materia prima en la elaboración de sustratos para la producción de plantines de hortalizas*. [Tesis de grado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112321>
- Queensland Government (2009). *Irrigation Water Quality- Salinity and Soil Structure Stability*. https://222065430381538974.weebly.com/uploads/1/1/5/2/11520542/irrigation_water_quality_-_salinity_-_derm.pdf
- Quesada Roldán, G. y Méndez Soto, C. (2005). Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana*. 16 (2), 171-183.

- Ramoa, M. V. (2019). Producción de plantines. *Voces y Ecos* 30, 53-56.
- Raviv, M. & Leith, J. H. (2008). *Soiless culture: theory and practice*. Elsevier Science
- Restrepo, A. P., Medina, E., Pérez-Espinosa, A., Agulló, E., Bustamante, M. A. & Mininni, C. (2013). Substitution of peat in horticultural seedlings: suitability of digestate-derived compost from cattle manure and maize silage codigestion. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 44, 668-677.
- Richards, J. E. (1993). Chemical characterization of plant tissue. In: Carter, M. R. & Gregorich, E. G. *Soil sampling and methods of analysis*. (pp. 115-119). CRC Press
- Saavedra del R., G. (2017). Manual de producción de lechuga. *Boletín INIA*. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/6703>
- SAMLA. (Sistema de apoyo metodológico a los laboratorios de análisis de suelos, aguas, vegetales y enmiendas orgánicas). (2004). *pH del suelo*. Secretaría Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Sandó, N. D., Soto, R. y Casanova, A. (2006). *Contribución a la tecnología de cepellones para el cultivo protegido en plántulas de tomates (*Lycopersicum esculentum* Mill) en la provincia de Cienfuegos*. [Tesis de Maestría, Universidad Agrícola de La Habana "Fructoso Rodríguez"].
- Soria, C. B. y Aguilar Olivert, J. M. (2002). *Cultivo sin Suelo de Hortalizas*. Generalitat Valenciana.
- Tapia, A. C. (2020). *Elementos que inciden en un programa de fertirrigación*. <https://es.scribd.com/document/439035435/Elementos-que-inciden-en-un-programa-de-fertirrigacion>
- Verdonck, O., De Vleeschauwer, D. & De Boodt, M. (1998). The influence of substrate to plant growth. *Acta Horticulturae* 126, 251-257.
- Warncke, D.D. (1988). Recommended test procedure for greenhouse growth media. pp. 34-37. In: Recommended chemical soil test procedures for the North Central Region. Bulletin 499. North Dakota Agricultural Experiment Station. Fargo, ND.
- Wathier, M., Schwengber, J. E., Fonseca, F. D. & Silva, M. A. S. (2019). Húmus de minhoca e cascade arroz carbonizada como sustratos para produção de mudas de alface. *Brazilian Applied Science Review* 3(5), 2065-2071.