

EVALUACION DE PLANTINES, DE HORTALIZAS DE HOJAS Y REPOLLO, PROVENIENTES DE DOS VOLUMENES DE CONTENEDOR Y TRES MEZCLAS DE SUSTRATOS, PARA SU TRANSPLANTE A CAMPO

Jorge A. Ullé, Sonia Ponso, Leonardo Ré, María del Huerto Pernuzzi

Horticultura Orgánica EEA INTA SAN PEDRO

CC 43. CP 2930 Pcia. Bs. As.

julle@correo.inta.gov.ar

Palabras clave: vegetales orgánicos, lombricompost, turba, perlita, peso fresco, materia seca.

RESUMEN

Plantines de hortalizas de hojas y brassicáceas, fueron crecidos en invernáculo, en contenedores de poliestireno de 98 celdas (c/ una 25 cm³) y celulosa biodegradable de 25 celdas, (c/una 100 cm³). Fueron utilizadas tres tipos de mezclas de sustratos, con lombricompost, turba, perlita, en diferentes proporciones en volumen, en la mezcla M1 (33%, 33%, 33%), mezcla M2 (50%, 25%, 25%), y mezcla M3 (75%, 12,5%, 12,5%) respectivamente. A los 30 días de edad, lechuga *cv divina*, escarola *cv corazón lleno*, acelga *cv bresane*, espinaca *cv amadeo INTA*, remolacha *cv detroit*, repollos *cv corazón de buey* y *cv gloria*, fueron lavados en suspensión acuosa por 24 hs y separadas a nivel de hipocótilo, para determinación de peso fresco en hojas (PHH), en raíz (PHR) y el porcentaje de parte aérea (%PA) y radicular (%PR). Posteriormente fueron colocadas en estufa a 65°C, por 16 hs, para registro de peso seco de hojas, raíz y porcentaje de materia seca de ambas partes (%MSH, y %MSR). Plantines de igual edad fueron transplantados, en un diseño de parcela subdividida, con cuatro repeticiones por tipo de contenedor y mezcla de sustrato, para la observación del peso medio de planta a cosecha. En todos los cultivares los plantines en la mezcla M3, incrementaron el % PA y en la mezcla M1 el % PR. La escarola *cv c.lleno* y lechuga *cv divina*, tuvieron mayor PHH y PHR, en los

contenedores de poliestireno (98 celdas), con la mezcla M1 mientras que la espinaca *cv amadeo INTA* en los de celulosa biodegradable (25 celdas), con la M3. La remolacha *cv detroit*, repollos *cv c de buey* y *cv gloria*, manifestaron un PHH superior, con la mezcla M3 en los de celulosa (25 celdas), pero sus raíces fueron superiores en la mezcla la M1 (PHR) con relación a M3. En todos los cultivares los plantines tuvieron, valores mas altos de % MSH y % MSR, en contenedores de poliestireno (98 celdas) con relación a los de celulosa (25 celdas), independientemente de las mezclas de sustratos analizadas. El peso medio de plantas a cosecha de espinaca *cv amadeo INTA*, demostró estar influenciado previamente por el PHH en la etapa de plantín, pero en el resto de los cultivares no se encontró relación alguna.

INTRODUCCIÓN

El transplante de hortalizas a partir de plantines realizados en



REFERENCIA

3. Trabajo Presentado en **XXIII Congreso Argentino, X Congreso Latinoamericano y III Congreso Iberoamericano de Horticultura Mendoza, ASAHO Horticultura Argentina** vol. 19, n. 46. p30. 26 al 30 de septiembre de 2000.

contenedores, ha cobrado importancia, en cultivos de tomate, pimiento, berenjena, melón, siendo gran parte de los mismos implantados de esta forma. Empresas productoras de plantines, deben optimizar, la superficie de invernáculos, obteniendo gran cantidad de plantas por m², a partir de volúmenes pequeños de contenedor, y sistemas de riego eficaces para lograr máximo aprovechamiento del agua aplicada. En horticultura orgánica o ecológica, producida bajo normativas y certificación, la necesidad de utilizar sustratos a base de compuestos orgánicos en la obtención de plantines, es una de las claves, para el logro post- transplante de un peso medio de planta a cosecha superior (16). Algunos sustratos como el lombricompost, son obtenidos en la misma finca o propiedad rural, por el reciclado de estiércoles y fibras vegetales, generando un producto, con características físico-químicas

muy deseable, en cuanto a equilibrio de espacio poroso, agua disponible y propiedades biológicas. Por otra parte, sustratos como turbas negras o rubias, perlita o vermicultita, son extraídos en otras regiones, para luego ser comercializarlos y utilizados en la formulación de mezclas, para plantas en contenedor, existiendo en el mercado productos nacionales. La producción de plantines, implica un manejo de los sustratos, sus propiedades físico químicas, granulometría, calidad de agua, tipo de riego, total de agua acumulada, conocimiento a cerca de la relación parte aérea y raíz del plantín, y la participación porcentual de estos en las mezclas, antes del llenado de los contenedores. A diferencia con los suelos (50%) los sustratos son entidades con mayor porosidad total (85%- 93%) que estos, y la distribución de tamaños de partículas es también diferente. Algunos trabajos (2) informaron, que la acumulación de agua, en el rango de partículas de 1 a 10 mm, variaba minimamente, sin embargo en los diámetros inferiores a 1 mm, existía un aumento brusco del agua retenida, con consiguiente disminución de la porosidad. El espacio ocupado por aire y la porosidad total, también pueden ser modificados, con la altura del contenedor. Algunos autores (8) (13), encontraron, en un mismo volumen de contenedor, que en los de mayor altura, el agua estaba mas sujeta a la fuerza gravitacional, provocando mayor drenaje interno y desecamiento del sustrato. Por el contrario, en contenedores de menor altura, el agua se encontraba mas influenciada por las fuerzas de adhesión entre partículas del sustrato, no dejando drenar esta tan facilmente. Otros (4) trabajando con contenedores de altura de 15 cm, 10 cm, 8 cm, 5 cm, encontraron un contenido de agua volumétrica de 64%, 70%, 76%, 82% respectivamente. Otros factores pueden incidir, de forma diferencial, sobre las propiedades de la mezcla de sustratos, cuando se los compara, con el comportamiento de cada uno de ellos aisladamente. Efectos conocidos como encogimiento, pérdida de peso, compactación, sedimentación de partículas de menor diámetro dentro de las de mayor tamaño, son algu-

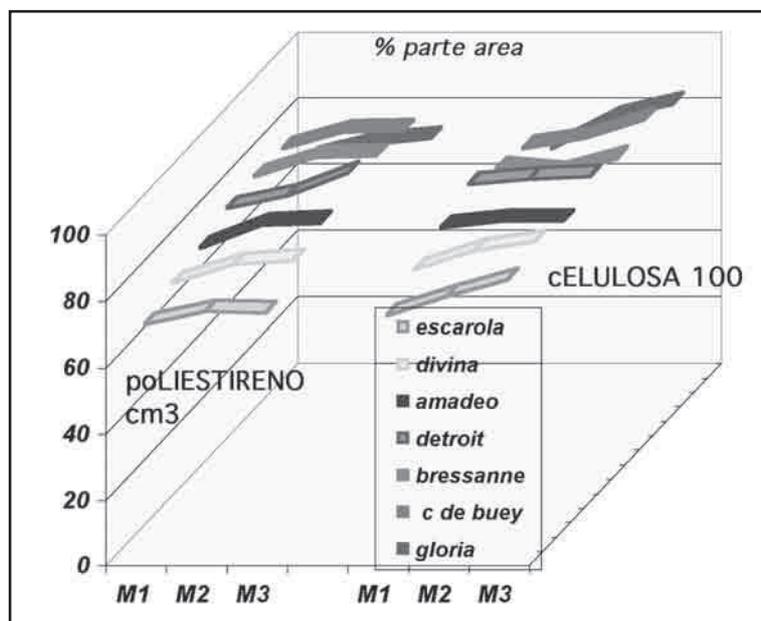


Figura 1: Parte area en porcentual del peso total, de plantines de hortalizas de hojas y repollos, en envases de poliestireno de alto impacto (25 cm³) y celulosa premoldeada (100 cm³), con tres mezclas de sustratos.

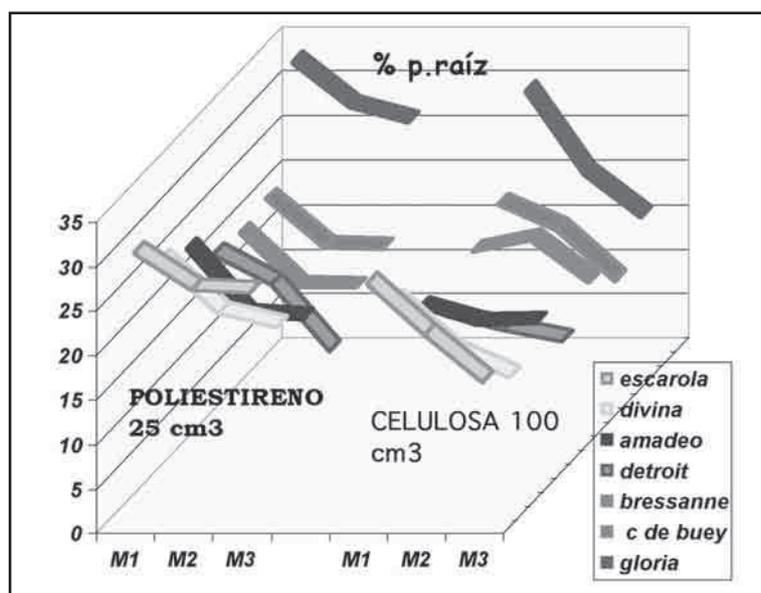


Figura 2: Parte radicular en porcentual del peso total, de plantines de hortalizas de hojas y repollos, en envases de poliestireno de alto impacto (25 cm³) y celulosa premoldeada (100 cm³), con tres mezclas de sustratos.

nos de los hechos conocidos, que ocurren una vez que la mezcla de sustrato, se encuentra dentro del contenedor y bajo el efecto de riego. En condiciones de contenedor el principal regulador del crecimiento del plantín es el agua y las interacciones de esta, con la porosidad ocupada por aire (1). Por otra parte, la tasa de crecimiento de la parte aérea y radicular, están gobernados por factores interdependientes, (14) pudiendo la disminución del volumen de contenedor, provocar una importante restricción del volumen de raíces, comprometiendo el comportamiento posterior post-transplante (9). El objetivo de esta investigación, fue comprobar, en tres mezclas de sustratos, como se afectaba la parte aérea y radicular de plantines de hortalizas de hojas y repollos, en el peso del plantín, contenido de materia seca, relación parte aérea/raíz, antes del transplante, y posteriormente en su efecto en el peso medio de la planta a cosecha.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron tres tipos de sustratos como componentes de las mezclas estudiadas. Estos fueron, lombricompost (EEA INTA SAN PEDRO), perlita agrícola (marca comerc PERLOME), y turba (proc.Chubut, El Hoyo). Cada uno se pesó individualmente, en baldes de 20 litros, sin secar, ni triturar, realizando tres tipos de mezclas, con diferentes proporciones en volumen, de los sustratos enunciados respectivamente, denominandolas, como M1 (33%, 33%, 33%), M2 (50%, 25%, 25%), M3 (75%, 12,5%, 12,5%). Todas las mezclas fueron elaboradas en estado natural, homogeneizandolas en un tambor de 100 litros giratorio, durante no menos de 30 minutos. Las mismas fueron colocadas en contenedores, de poliestireno de alta impacto (bandejas de 98 celdas) c/ una de 25 cm³, y en celulosa moldeada biodegradable (bandejas de 25 celdas) c/ una de 100 cm³. En abril de 1999, fueron sembradas lechuga *cv divina*, escarola *cv corazón lleno*, acelga *cv bressane*, remolacha *cv detroit*, espinaca *cv amadeo* INTA, repollos *cv Corazón de Buey*, y *cv Gloria*, en un dise-

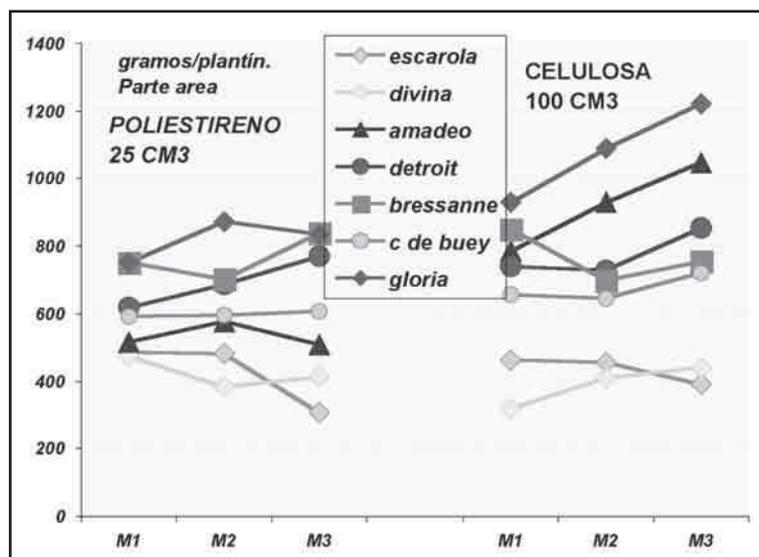


Figura 3: Peso (mg) de parte aérea de plantines de hortalizas de hojas y repollos, en envases de poliestireno de alto impacto (25 cm³) y celulosa premoldeada (100 cm³), con tres mezclas de sustratos.

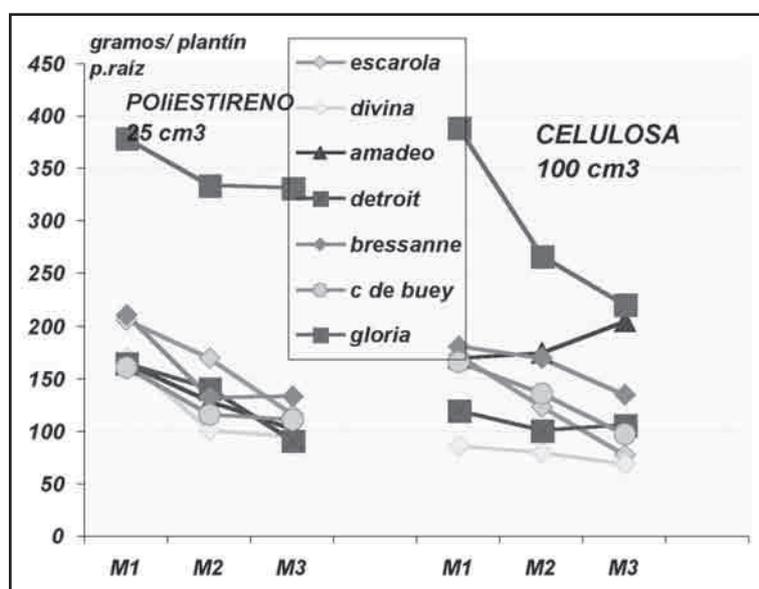


Figura 4: Peso (mg) de raíces de plantines de hortalizas de hojas y repollos en envases de poliestireno de alto impacto (25 cm³) y celulosa premoldeada (100 cm³), con tres mezclas de sustratos

ño de parcela subdividida, teniendo como parcela principal, el tipo de contenedor (98 celdas y 25 celdas) y como subparcela (tipo de mezcla, M1, M2, M3). A partir de los 25 días de edad, 12 plantines de cada cultivar, fueron retiradas de cada contenedor y mezcla, para analizar, previa remoción y separación del sustrato en agua por 24 horas, el peso fresco total (PHT), peso fresco de parte aérea (PHH) y raíz (PHR), y la determinación del porcentual en peso de ambas partes (%PA, %PR) separadas a nivel de hipocótilo. Inmediatamente los plantines fueron llevados a estufa, y secados sobre bandejas de aluminio a 65°C durante 16 horas, para la determinación del peso seco. Con ello fue determinado el porcentaje de materia seca de parte aérea y raíz (%MSH %MSR). Paralelamente a campo se efectuó, la preparación del sitio de transplante durante abril de 1999, en un esquema de labranza mínima, con un kit de herramientas manuales, consistente en una secuencia, escardillo acerado, horquilla o laya, reja aporcador, rastrillo (6). EL

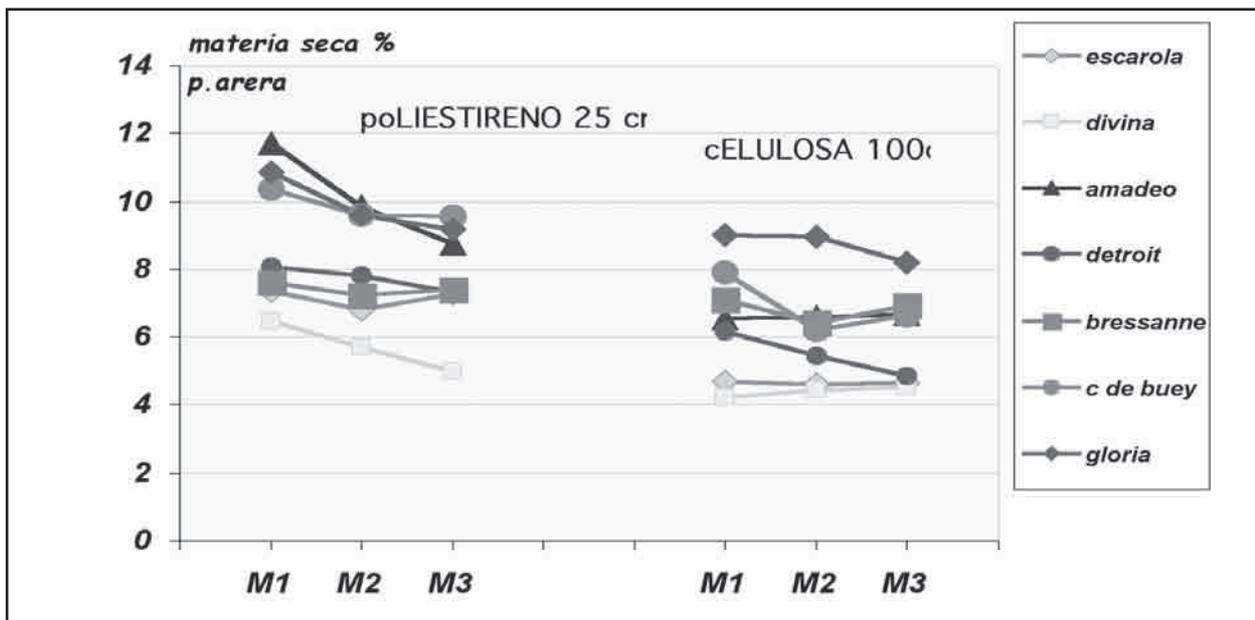


Figura 5: Materia seca en parte aérea de plantines, de hortalizas de hojas y repollos, en envases de poliestireno de alto impacto (25 cm³) y celulosa premoldeada (100 cm³), con tres mezclas de sustratos.

transplante se realizó en plano a partir del 23/05/99 y se practicó una carpida, para control de malezas. Cada unidad experimental, consistió de parcelas de catorce hileras (dos x cultivar), separadas a 0.30 m entre sí, con los dos tipo de contenedor, y tres mezclas de sustratos (M₁, M₂, M₃) repetidos cuatro veces. Cada parcela presentaba 7 mts de largo y 4 mts de ancho. Las distancias de plantación entre plantas, en la hilera de transplante, de cada cultivar, fue de 0.10 m para escarola, 0.15 m espinaca y acelga, 0.20 m lechuga y remolacha y 0.30m repollos. Para conocer el peso medio de plantas a cosecha, entre 50 días y 90 días post-transplante se efectuó la misma. Los resultados de la evaluación de las variables relacionadas con los plantines (PHT, PHH, PHR, %PA, % PR, %MSH %MSR) y los pesos medios de plantas de cada cultivar a cosecha, fueron realizados por el paquete SAS, a través de ANOVA, efectuando los correspondientes test de medias (test de t, Tukey, Scheffe, al 5% de probabilidad).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

De las variables analizadas, los % PA y % PR, demostraron un comportamiento semejante, en la mayoría de los cultivares analizados, siendo la mezcla M₃, la única, con mayor proporción de parte aérea (Fig. 1) en ambos tipos de contenedor. Por el contrario, en la M₁, hubo mayor porcentaje de raíz (Fig.2), en todos los casos vistos. De los contenedores, los de mayor volumen (100 cm³) y menor número de celdas (25 celdas), con la mezcla M₃, permitieron observar en espinaca *cv amadeo*, repollo *cv gloria*, *cv corazón de buey* y remolacha *cv detroit*, un peso fresco de hojas (PHH), superior al de poliestireno (98 celdas) (Fig.3). El peso del plantín se podría considerar, como una medida indirecta del área foliar y tal vez la conjunción de estos factores, mayor porcentaje de lombricomposteo en la mezcla M₃ y mejor intercepción de luz recibida, en la distribución de espacios individuales de 25 celdas, actuó a favor del PHH. Los cultivares de lechuga *divina*, escarola, *cv c.*

lleno, presentaron diferencias a favor de los contenedores de poliestireno, en la M₁, pareciendo ser indiferentes, cuanto a luz interceptada. Algunos autores puntualizan (17), que la dificultad de interceder correctamente la luz, podría ser un factor de disminución del crecimiento, pero mas importante aún era, la falta de volumen adecuado de contenedor, para el crecimiento de raíces. Plantas en bandejas, sometidas a distribución limitada de espacio, en la parte aérea y con disponibilidad de sustratos para las raíces ilimitado en profundidad, no brindaron importantes diferencias en crecimiento. Por el contrario, plantines de tomate, aislados o separados, pero con tamaños restringidos de contenedor, no expresaron un tamaño adecuado de planta. Aquí fue constatado, que el sistema radicular, fue mayormente restringido, por el tipo de mezcla de sustrato, más que por el volumen del contenedor (Fig.4). El mayor peso fresco de raíces (PHR), se obtuvo en la M₁, en lo que podría haber incidido, el mayor porcentaje de materiales abridores de porosidad de aire, como turba y perlita, con relación a M₃. Según (11) factores ambientales tales, como temperatura, fisiología o nutrición, pueden incidir en el desarrollo radicular de la joven plántula, modificando, la relación raíz/tallo. En general muchas investigacio-

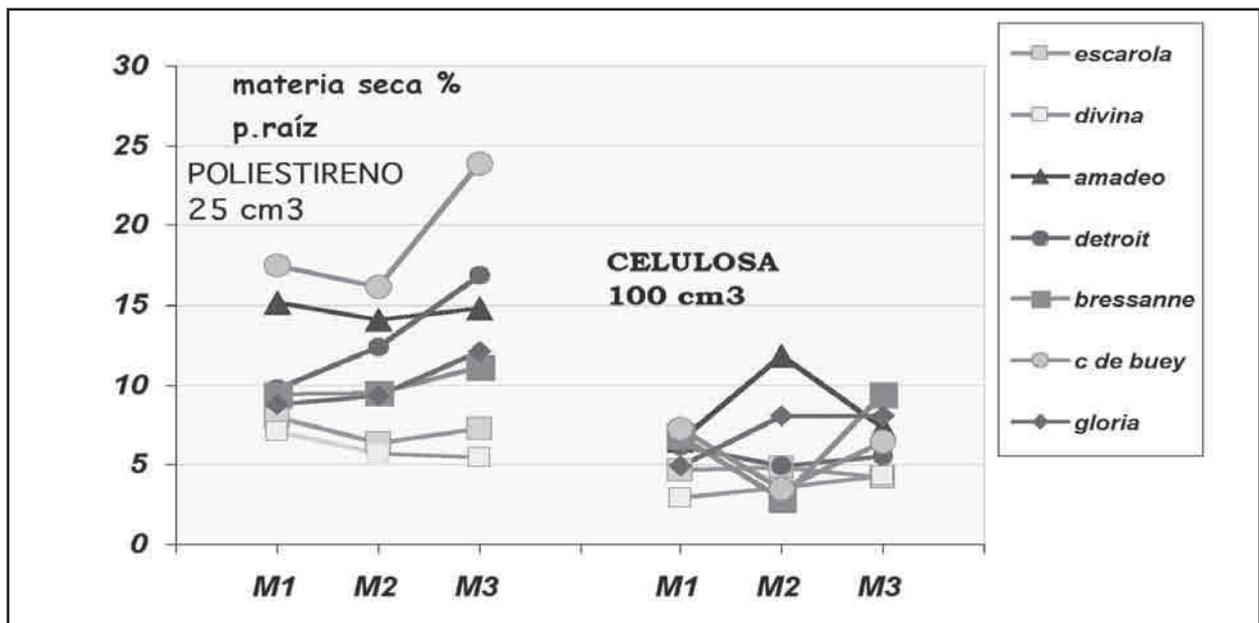


Figura 6: Materia seca en parte radicular de plantines, de hortalizas de hojas y repollos, en envases de poliestireno de alto impacto (25 cm³) y celulosa premoldeada (100 cm³), con tres mezclas de sustratos

nes informan, que la restricción del sistema radicular trae en consecuencia, un plantín de menor peso y tamaño, sin embargo, los resultados volcados aquí demuestran dos asuntos diferentes. Por un lado (**Cuadro 1**) repollo *cv c.de buey* y remolacha *cv detroit*, tienen menor PHR en la M₃ en contenedores de celulosa, no habiendo impedido esto, un mayor crecimiento de parte aérea (PHH), con igual mezcla en contenedores de poliestireno. Por otro, lechuga *cv divina* y *escarola cv c. lleno*, se manifestaron, con PHH mayor en la mezcla M₁, en contenedores de poliestireno, donde habían obtenido el mayor valor de PHR. En espinaca la tendencia fue la misma, pero a favor de la mezcla M₃, con superioridad de PHH y PHR en envases de celulosa de 25 celdas. Los mecanismos que explican la interdependencia, del crecimiento entre parte aérea y raíz, son argumentados de diferente formas. Así por ejemplo, en tomate se encontraron sistemas radiculares restringidos con una menor tasa de respiración neta, y con consiguiente mayor peso del área foliar (10) (5). En pepinos determinaron (12), que la distribución de fotoasimilados puede disminuir con sistemas radiculares restringidos. Estos autores a su vez informaron baja tasa de asimilación neta, donde las raíces fueron confinadas. La separación en

dos grupos de cultivares, de los aquí ensayados, demuestra que no existe un mecanismo único de interdependencia o interfuncionalidad. Mayor bibliografía abunda, sobre estudios de plantines de tomate, donde la relación raíz /tallo, es generalmente baja, ante variados factores ambientales (11). Esta situación podría ser diferente en cultivares de hojas y brasicáceas, los que podrían tener relación raíz/tallo mas elevada (3). En la **Fig.5, y Fig.6**, se presentan los porcentajes de materia seca, que evidenciaron, un % MSH y % MSR mayor, en envases de poliestireno (25 cm³), con relación a los de celulosa (100cm³). En el **Cuadro 1** se ven los contrastes estadísticos, que comprueban la respuesta uniforme, de todos los cultivares, en cuanto a la superioridad de % MSH y % MSR en contenedores de poliestireno (98 celdas). La materia seca, podría estar más relacionada, a la tasa de asimilación neta, y no al área foliar, no siguiendo la primera la misma tendencia que el peso fresco de los plantines. Por ello en espinaca *cv amadeo*, repollo *cv gloria*, *cv c de buey* y remolacha *cv detroit*, se encontraron mayores PHH en la mezcla M₃ en contenedores de celulosa, y los más bajos valores de % MSH y % MSR en la misma mezcla y tipo de contenedor. En otros trabajos (7) como respuesta a estímulos ambientales desfavorables, las hojas de plantines dejaron de crecer y elongarse, mientras los valores de materia seca se incrementaron, y los de área foliar disminuían. En lechuga, en *cv gallega* se encontró, que los valores de MS disminuían, cuando la proporción de raíces y la edad de los plantines aumentaba (15). Aquí en lechuga *cv divina* y *escarola cv c lleno*, hubo plena coincidencia, cuanto a valores mas altos de PHH, PHR, %MSH y % MSR con la mezcla M₁, en los envases de poliestireno (98 celdas). Tal vez el factor ambiental principal que llevo a una mas grande tasa de acumulación de % MSH y % MSR en los envases de poliestireno, fue la mayor acumulación del calor, que pudieron absorber estos contenedores. Cuando el comportamiento de las mezclas de sustratos, en plantines, fue comparado, con el peso medio de planta a cosecha, se pudo comprobar, en *cv divina* y *escarola cv c lleno*, que poco contribuyó, durante el plantín, el

mayor PHR desarrollado en mezcla M1 de contenedor de poliestireno. Por el contrario, la mezcla M2 y M3 de ambos tipos de contenedor, fue la de mayor peso medio a cosecha, como se observa en la última columna del **Cuadro 1**. Otra respuesta a cosecha no esperada, fue la de los

repollos *c de buey*, *cv gloria*, y remolacha *cv detroit*, en los cuales a pesar del mayor PHH de la M3 en los envases de celulosa, no demostró conservar estos efectos a

Cuadro 1. Comparación de medias en la etapa de plantín (P= 5%), entre mezclas de sustratos, volumen de contenedor, y posterior respuesta en el peso medio de la planta cosechada a campo.

	Comportamiento en etapa de plantín				Comportamiento a cosecha
	Term-poliestireno	bio-celulosa	m: mezcla 1,2,3		
	Phh	Phr	Msh	Msr	Peso
Lechuga divina	term1 a bio3 a term3 a bio 2 a term2 ab bio1 b	term1 a term2 b term3 b bio3 b bio 2 bc bio1 c	term1 a term2 ab term3 bc bio 3 c bio 2 c bio 1 c	term1 a term2 ab term3 bc bio 3 dc bio 2 dc bio 1 d	term3 a bio3 a bio 2 ab term2 bc bio 1bc term1 c
Escarola C. Lleno	term1 a term2 a bio1 a bio 2 a bio 3 ab term3 b	term1 a term2 b term3 b bio1 b bio 2 b bio 3 b	term1 a term3 a term2 a bio1 b bio 3 b bio2 b	term1 a term3 a term2 ab bio2 bc bio1 bc bio3 c	term1 a bio2 a term3 a bio1 b bio 3 b term2 b
Espinaca Amadeo	bio3 a bio2 ab bio1 b term2 c term1 c term3 c	bio3 a bio 2 a term1 a term 2 a bio1 ab term3 b	term1 a term2 b term3 b bio3 c bio 2 c bio 1 c	term1 a term3 a term2 a bio2 a bio3 b bio1 b	bio2 a bio3 a bio1 a term3 bc term1 dc term2d
Remolacha Detroit	bio3 a term3 ab bio1 ab bio2 ab term2 ab term1b	term3 a term2 ab term1 ab bio1 ab bio3 b bio2 b	term1 a term2 a term3 ab bio1 b bio2 bc bio3 c	term3 a term2 ab term1 bc bio1 c bio 3 c bio2 c	bio2 a term2 a bio1 a term1 a term3 a bio3 a
Acelga Bressane	bio1 a term3 a bio3 a term1 a term2 a bio2 a	term3 a bio1 a term1 ab bio3 ab term2 b bio2 b	term1 a term3 a term2 ab bio1 ab bio3 ab bio2 b	term3 a term2 ab term1 ab bio3 ab bio1 b bio2 c	bio3 a term3 a bio2 a bio1 a term1 a term2 a
Repollo Corazón de Buey	bio3 a bio1 a bio2 a term1 a term3 a term2 a	term1 a term3 ab term2 ab bio 1 ab bio 1 ab bio3 bc bio2 c	term1 a term2 a term3 a bio1 b bio3 bc bio2 c	term3 a term1 a term2 ab bio1 bc bio3 c bio2 c	term1 a term2 a bio1 a term3 a bio2 a bio3 a
Repollo Gloria	bio3 a bio2 a bio1 b term2 bc term3 bc term1 c	bio3 a bio2 ab term2 abc bio1 abc term1 bc term3 c	term1 a term2 b term3 bc bio 1 bc bio2 bc bio3 c	term3 a term2 b term1 b bio2 b bio 3 b bio 1 c	term3 a bio1 a term1 a term2 a bio2 a bio 3 a

campo. Ambos no presentaron diferencias significativas, en peso medio de plantas proveniente de diferentes sustratos en ambos tipos de contenedor. El cv de espinaca *amadeo* conservó la superioridad de la mezcla M3 sobre la M1 independientemente del tipo de contenedor. Otro comportamiento general de los trasplantes, fue en la mezcla M2, la cual durante la etapa de plantín, no presentó diferencias a favor en PHH y PHR, en todos los cv analizados. Pero por el contrario, se manifestó en el ranking de pesos medios a cosecha, dentro de las primeras posiciones. Todos estos hechos nos llevan a creer, que la obtención de un plantín, con un gran sistema radicular favorecido por algunas mezclas como M1, o el mayor desarrollo de parte aérea como en mezcla M3, no mantienen relación directa con el comportamiento post-trasplante, estando el mismo muy influenciado por el tipo de cultivar y otros mecanismos ambientales y fisiológicos. La emisión de nuevas raíces, la adaptación a condiciones de fertilidad del terreno, la competencia con vegetación invasora, la disponibilidad de agua de riego, podrían ser algunas de las claves a tener en cuenta, cuanto a adaptación al trasplante. Un ejemplo, como lo visto encima, podría ser el comportamiento de la mezcla



M2, la cual durante la etapa de plantín no se manifestó en las primeras posiciones, pero en el campo parecería haberse adaptado, a todas estas oscilaciones, ubicándose con una performance adecuada en todos los cultivares trasplantados. Nuevos estudios considerando estas variables claves, podrían definir mejor el tipo de plantín que es necesario de llevar al campo, para el éxito en los trabajos de trasplante. Durante la etapa de plantín, en los cultivares y con el volumen de contenedor de 25 cm³ ensayado, el posible efecto de restricción de raíces, no se vió manifestado. Se podría concluir que la respuesta en el peso medio de planta estuvo mas condicionada a la adaptación post-trasplante, que a los efectos conseguidos estrictamente durante la etapa de producción del plantín.

BIBLIOGRAFIA

- 1.Argo, W.R.. Root Medium Physical Properties. Hort Technology 8 : 481-485. Alexandria 1998.
- 2.Eizaguirre, A.G. & Ansorena Miner, J. Calidad de los sustratos comerciales. Horticultura. Valencia. 98 : 13-20 . 1994.
- 3.EEA INTA SAN PEDRO. Informe anual de actividades 1998. Título del Proyecto: Producción de Alimentos Ecológicos. Modulo Hortalizas de Hojas y Frutos. Clave 88 05 004. San Pedro. Bs As 1999. 15.pp.
- 4.Fonteno , W.C Know your media, the air, water and container connection. Grower Talks 51 (11) : 110-111. 1988.
- 5.Hameed, M.A., Reid, J.B. and Rowe, R.N. Root confinement and its effects on the water relations, grow and assimilate partitioning of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Annals of Botany, 59 : 685-692. 1987
- 6.INTA PROHUERTA. Fabricación casera de herramientas e implementos caseros para la huerta. INTA. SEDESO. SAPyA 71 pp.
- 7.Liptay,A., Sikkema,P., Fonteno, W. Transplant Growth Control through water deficit stress . A Review. Hort Technology 8 : 540- 543. 1998.
- 8.Milks, R.R., Fonteno, & R.A. Larson. Hydrology of horticultural substrates: II. Predicting physical properties of substrate in containers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 53-56. 1989
- 9.NeSmith, D.S & Duval. The effect of Container Size. Hort Technology 8 : 495-498. Alexandria. 1998.
- 10.Peterson, T.A., Reinsel, M.O and Krizek, D.T Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill cv. Better Bush) plant response to root restriction. I Alteration of plant morphology. Journal of Experimental Botany 42 : 1233-1240. 1991
- 11.Picken, A.J.F., Stewart,K., Klapwijk, D. Germination and vegetative development. ATHERTON, J.G. & RUDICH, J. In __: The Tomato Crop. A cientific basis for improvement London: Chapman and Hall, 1986. Chap 3, p.111-166.
- 12. Robbins, N.S and Pharr, D.M. Effect of restricted root growth on carbohydrate metabolism and whole plant of *Cucumis sativus* L.Plant Physiology 87 : 409-413.1988
- 13. Spomer, L.A. Small soil containers as experimental tools, soil water relations. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 6: 21-26. 1975.
- 14. Tonutti, P. & C. Giulivo. Effect of available soil volume on growth of young kiwi plants. Acta Hort. 282: 283-294. 1990
- 15. Ullé, J. A. 1998. Growth assessment of leaf vegetable seedlings of different age in organic substrate. En Actas XII International Scientific Conference IFOAM '98. Mar del Plata. Noviembre 16 –19 de 1998. p 130
- 16. Ullé, J. A. Growth assessment of leaf vegetable seedlings in organic mixtures in two types of containers, and further response under field conditions. En Actas XII International Scientific Conference IFOAM '98. Mar del Plata. Noviembre 16 –19 de 1998. pp p 132.
- 17. Wien,H.C. Transplanting. Cambridge: University Press. UK. 1997. Cap 2. pp37-69.