

PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE CORAL (*SALVIA SPLENDENS L.*) EN SUSTRATOS REALIZADOS A BASE DE COMPOSTS DE RESTOS DE PODA Y SUELO CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN

BARBARO, L. A.¹; MORISIGUE, D.¹; KARLANIAN, M.² & BUYATTI, M. A.²

RESUMEN

Cuando se comenzó a cultivar plantas en contenedor, se utilizó el suelo, pero pronto se encontró que tal práctica daba lugar a problemas de cultivo. Una alternativa posible para reemplazar parcial o totalmente al suelo en un contenedor, es el compost. Los compost pueden ser elaborados a partir de varios residuos y subproductos. Entre los residuos orgánicos utilizados con éxito como sustrato, se encuentra el compost a base de restos de poda. En este trabajo se evaluó la respuesta de plantas de Coral (*Salvia splendens*) utilizando un compost de restos de poda solo y en mezclas con suelo, empleando diferentes niveles de fertilización N-P-K en relación 1:0,45:0,83. Los tratamientos con la mezcla de compost y suelo (50% v/v), y el sustrato comercial, obtuvieron los mejores resultados aunque el sustrato comercial produjo plantas con un sistema radicular significativamente mayor. La mezcla de compost y suelo necesitó la mitad de la fertilización respecto al sustrato comercial en base a turba para lograr plantas con las mismas características en su parte aérea.

Palabras clave: compost, residuos de poda, sustrato.

SUMMARY

Coral plants (*salvia splendens l.*) production using substrates of pruning waste and soil with different dose of fertilization.

Soil was utilized in the beginning of plants production, but that technique usually provoked culture problems. Compost is an alternative to replace partially or totally a soil in containers. The composts could be elaborated from several wastes and sub products. One of the organic wastes successfully utilized as substrate is a compost of pruning waste. In this work, we evaluated the

1.- Instituto de Floricultura, INTA Castelar. De los Reseros y Las Cabañas. (1686) Hurlingham, provincia de Buenos Aires. Tel. (011) 4481-3864 / 3736. Email: lbarbaro@cnia.inta.gov.ar

2.- Cátedra de Cultivos Intensivos - Área Floricultura. Facultad de Ciencias Agrarias (UNL). Kreder 2805. (3080) Esperanza, provincia de Santa Fe.

Manuscrito recibido el 9 de diciembre de 2008 y aceptado para su publicación el 11 de mayo de 2009.

response of Coral plants (*Salvia splendens*) to the use of compost only and in mixture with soil, using different levels of N-P-K fertilization in a 1:0,45:0,83 relationship. The treatment with the Compost-soil substrates (50% v/v), and commercial substrate obtained the best results but commercial peat-base-substrate produced plants with a significantly higher roots biomass. Compost-soil substrates needed a half level of fertilization with respect to the commercial substrate to obtain plants with the same characteristics in its aerial part.

Key words: Compost, pruning waste, substrate.

INTRODUCCIÓN

Cuando inicialmente se comenzó a cultivar plantas en contenedor, se utilizó el suelo, pero pronto se encontró que tal práctica daba lugar a problemas de cultivo (Landis, 1990), debido a que el simple hecho de poner suelo en un contenedor, produce condiciones que son diferentes de aquellas que se dan con el suelo sin restricciones de volumen (Landis, 1990).

Una posible alternativa para reemplazar al suelo en un contenedor, es el compost. Los compost pueden ser utilizados una vez que se encuentran estables y maduros, es decir, cuando el consumo de la materia orgánica biodegradable disminuye debido a la actividad microbiana y las sustancias fitotóxicas fueron degradadas, lo cual permite la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas sin efectos adversos (WRAP ADAS Consulting Limited, 2005). Los materiales compostados se han usado exitosamente para un amplio espectro de especies, desde plantines florales anuales (Wootton, 1981 citado por Fitzpatrick *et al.*, 1998) hasta árboles tropicales (Fitzpatrick, 1995, citado por Fitzpatrick *et al.*, 1998). Varios residuos y subproductos han sido utilizados como material para compost y evaluados como componentes de sustratos para la producción de plantines (Sterrent, 2005), entre ellos el compost a base de restos de poda (Masaguer *et al.*, 2003).

Los compost utilizados como sustratos o como parte de la mezcla, en comparación con el suelo podrían mejorar las características físicas, como la aireación y la retención de agua. Además, si bien algunos compost contienen cierta cantidad de nutrientes para las plantas, raramente se encuentran en concentraciones suficientes para satisfacer todos los requerimientos de un cultivo ornamental (Fitzpatrick *et al.*, 1998).

Antes de utilizar un sustrato es conveniente realizar un análisis previo de sus características físicas, químicas y biológicas. Unas de las pruebas biológicas que se realizan, es el porcentaje de germinación de semillas sensibles a la fototoxicidad y la respuesta observada en el desarrollo inicial de las plantas (Sullivan & Miller, 2005).

La disponibilidad de nutrientes en un sustrato está en función de sus diferentes componentes, así como de sus interrelaciones (Landis, 1990), por lo que la utilización de diferentes sustratos y dosis de fertilización modifica significativamente el crecimiento de las plantas (Hoyle, 1982, citado por Landis, 1990).

Las condiciones particulares del cultivo en contenedor, hacen que se produzca una renovación frecuente del potencial nutritivo, por lo que el arte de la fertilización consistirá en hallar la dosis y tipo de fertilizante para mantener el sistema radicular en una solución nutritiva de composición equilibrada (Ansorena Miner, 1994), teniendo en cuenta

los requerimientos nutricionales de cada etapa del ciclo de la especie a cultivar.

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de *Salvia Splendens* ante diferentes mezclas de sustrato realizadas a partir de restos de poda compostado y suelo, y la interacción existente con el uso de diferentes dosis de fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en instalaciones del Instituto de Floricultura del INTA Castelar, provincia de Buenos Aires, República Argentina (34° 36' latitud sur, 58° 40' longitud oeste).

Se utilizaron macetas de 12,5 cm de diámetro con capacidad para 750 ml de sustrato. Los plantines fueron de Coral (*Salvia splendens*) var. Ryco, producidos en speedling bajo invernáculo de germinación. Se sembraron el 02/01/07 y se transplantaron para el ensayo el 31/01/07, con un diámetro basal promedio de 1,11 mm, una longitud del cuello al ápice del tallo de 1,93 cm, y 1,82 nudos. El riego se realizó diariamente con agua de pozo, con un pH de 7,7; CE, 0,75 mS/cm; nitratos, 17,4 ppm; calcio, 6,5 ppm; magnesio, 5,78 ppm; potasio, 8,02 ppm; sodio, 109 ppm y bicarbonatos, 366 ppm. Las características de la misma fueron similares a la que utilizan los productores de la zona.

SUSTRATOS EVALUADOS

Compost de poda: se generó a partir de los residuos de poda originados como consecuencia del mantenimiento del Jardín Botánico "Arturo E. Ragonese" del Instituto de Recursos Biológicos del INTA Castelar. Las principales características físicas y químicas del compost fueron, densidad aparente de 0,38g/cm³; porosidad total, 82,10%; materia orgánica, 32,3%; pH, 7,4; CE, 0,63 mS/cm; nitratos, 170 ppm; calcio, 11,48; magnesio, 8,04 ppm; potasio, 66,9 ppm; sodio, 85,8 ppm; relación C/N, 16,8.

Suelo: se utilizó tierra negra de la zona norte del Gran Buenos Aires; la misma es perteneciente a la parte superior del horizonte orgánico del perfil edáfico. Su densidad aparente era de 0,91g/cm³; porosidad total, 64,42%; materia orgánica, 5,3%; pH, 6,9; CE, 0,1 mS/cm; nitratos, 11,6 ppm; calcio, 1,42 ppm; magnesio, 0,66 ppm; potasio, 19,9 ppm; sodio, 20,9 ppm.

Mezcla de compost de restos de poda y suelo: Los sustratos detallados anteriormente se mezclaron en una proporción de 50% cada uno. Las propiedades físicas y químicas de la mezcla resultante fue, densidad aparente, 0,7g/cm³; porosidad total, 71,10%; materia orgánica, 12,3%; pH, 7,5; CE, 0,29 mS/cm; nitratos, 44 ppm; calcio, 2,43 ppm; magnesio, 1,43 ppm; potasio, 28,7 ppm; sodio, 44,1 ppm.

Sustrato comercial: marca Faffard Growing mix 2, de origen canadiense, el cual fue utilizado como tratamiento control. Contiene 70% de turba como principal componente, además de vermiculita y perlita. Su densidad aparente fue de 0,10g/cm³; porosidad total, 94,6%; materia orgánica, 55,3%; pH 5,9; CE, 0,69 mS/cm; nitratos, 1,66 ppm; calcio, 23,5 ppm; magnesio, 31,3 ppm; potasio, 56,5 ppm; sodio, 17,54 ppm.

El porcentaje de materia orgánica de cada sustrato y/o mezcla de sustratos se evaluó con el método de la mufla (Ansorena Miner, 1994), la densidad aparente (Dap) con el método Hofmann (Fermino, 2003), la porosidad

total (%Pt) mediante la fórmula $\%Pt = 100(1 - (Dap/Dr))$, (Ansorena Miner, 1994). El pH, la conductividad eléctrica (CE) y los diferentes elementos minerales fueron evaluados en un extracto en relación 1+5 volumen/volumen.

TRATAMIENTOS

El compost de restos de poda, el suelo, y el sustrato comercial fueron utilizados de manera pura como sustrato para las plantas de coral. Además, se evaluó una mezcla de compost de resto de poda y suelo en una proporción 1:1, de modo que quedaron conformados 4 tratamientos:

T 1: Sustrato comercial

T 2: Compost de restos de poda y suelo (50% v/v).

T 3: Compost de restos de poda (100%).

T 4: Suelo (100%).

Adicionalmente, a cada uno de los tratamientos anteriores se les aplicó 4 niveles crecientes de fertilización con N P K relación 1:0.45:0.83, por lo que se evaluaron 16 combinaciones de sustrato y fertilización. Se utilizó un fertilizante compuesto, Grado equivalente: 18-18-18 (Hakaphos rojo: Polvo soluble cuya composición es 18% N; 8,1% P; 15% K; 0,7% S; 0,66% Mg; 0,05% Mn. Además contiene trazas de Fe, Zn, Cu, B y Mo). Se preparó una solución madre de 2 litros con agua de ósmosis por grupo de tratamientos según la dosis, agregando 100 ml de la solución en cada maceta para tener una distribución pareja del fertilizante. Las dosis fueron de 0; 0,27; 0,55 y 1,11 g l⁻¹ equivalentes a 0, 50, 100, y 200 ppm de N. El riego se aplicó diariamente en forma similar para todos los tratamientos.

Se utilizó un diseño experimental comple-

tamente aleatorizado con 4 repeticiones por tratamiento. A los datos obtenidos se les aplicó el análisis de la varianza y el test de Tukey para la comparación de medias con el software estadístico Infostat Profesional versión 2009. Se analizaron las interacciones entre las variables sustratos y nivel de fertilización, de cada uno de los parámetros evaluados.

ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS SUSTRATOS

En el Laboratorio de Sustratos y Agua del Instituto de Floricultura del INTA Castelar, una vez finalizado el ensayo, al sustrato de cada maceta se le realizaron los siguientes análisis: Humedad, por diferencia de peso, mediante estufa a 105°C (Ansorena Miner, 1994); pH y conductividad eléctrica (CE): 1+5 volumen/volumen, en un frasco de 250ml se colocó 135 ml de agua destilada y luego se llevó a 162 ml con el agregado de sustrato equivalente a 1+5 en volumen, se agitó durante 10 minutos y se dejó reposar 15 minutos. Luego en el filtrado de la solución 1+5 v/v se realizaron las mediciones de Ca⁺², Mg⁺², Na⁺ y K⁺ con el espectrofotómetro de absorción atómica, Marca Varian modelo 220 A; y de NO₃ con electrodo ión selectivo.

PARÁMETROS FENOLÓGICOS

Cuando las plantas alcanzaron el tamaño comercial y el 40% de las inflorescencias terminales comenzaron a abrir sus flores se dio por finalizado el ensayo, lo cual ocurrió a los 43 días del transplante (12/03/07). En este momento se cuantificaron los números de nudos, números de nudos con pimpollos, número de inflorescencias, diámetro y altura del tallo, peso fresco y seco de la parte aérea y radicular; llevándolo a estufa a 40°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERIZACIÓN DE LOS SUSTRATOS AL FINALIZAR EL ENSAYO

En todos los sustratos, al finalizar el ensayo, se observó retención de agua (Cuadro 1). Se destacó el alto porcentaje de retención del sustrato comercial, diferenciándose significativamente de los restantes sustratos, superando en un 55% al compost de poda puro y en más del 190% al sustrato con suelo como componente, los cuales no se diferenciaron estadísticamente entre sí (Cuadro 1). Los sustratos formados por componentes orgánicos se diferencian generalmente del suelo mineral o los formulados con un

porcentaje de suelo mineral, por contener mayor porosidad y un porcentaje más elevado de poros de mayor tamaño (Bures, 1997), por lo tanto, tienen más retención de agua a bajas tensiones.

Los resultados de los análisis químicos realizados al sustrato de cada tratamiento al final del ensayo (Cuadro 2) muestran que el compost de poda puro y en mezcla con tierra fueron los que presentaron un mayor valor de pH, mientras que el suelo puro presentó el menor valor. Respecto a los valores iniciales de pH de cada sustrato, se observó un incremento durante la experiencia en torno a una unidad, excepto en los tratamientos con suelo, donde este aumento fue inferior, posiblemente debido a la capacidad buffer del

Cuadro 1. Valores promedios de Humedad (%) de cada sustrato al finalizar el ensayo.

Sustratos	Humedad
T1-Sustrato comercial	70,67 a
T2-Compost-Suelo (50% v/v)	24,30 c
T3-Compost de Poda	45,38 b
T4- Suelo	20,86 c

Promedios seguidos por letras distintas en igual columna, difieren entre sí al nivel $P < 0,05$ de significancia, Test de Tukey

Cuadro 2. Valores de pH, conductividad eléctrica (CE), nitratos (NO_3^-), calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}), potasio (K^+) y sodio (Na^+) presente en las mezclas de sustratos al final del ensayo.

Tipos de sustratos	pH	CE	NO_3^-	Ca^{++}	Mg^{++}	K^+	Na^+
T1-Sustrato comercial	6,99 d	0,40 a	4,87 bc	3,69 b	7,34 a	10,71 b	57,4 a
T2-Compost-Suelo (50% v/v)	8,48 b	0,14 c	8,97 b	0,68 c	0,74 c	21,06 a	22,65 b
T3-Compost de Poda	8,67 a	0,29 b	34,45 a	5,43 a	2,16 b	20,69 a	54,32 a
T4-Suelo	7,64 c	0,10 c	3,07 c	0,39 c	1,13 bc	17,09 a	19,60 b
Fertilización	*	*	*	*	*	ns	*
Fertilización x Sustratos	*	*	*	*	*	ns	*

Promedios seguidos por letras distintas en igual columna, difieren entre sí al nivel $P < 0,05$ de significancia, Test de Tukey * = significativo; ns = no significativo, para $P < 0,05$

mismo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gladon (1988), quien concluye que debido a que como el agua de riego esta cercana a la neutralidad o ligeramente alcalina, es normal que el sustrato incremente su pH entre 0,5 a 1,0 unidad.

Los tratamientos con sustrato comercial y compost puro mostraron un valor de CE al final del ensayo superior a los demás sustratos (Cuadro 2), aunque estos valores mantienen una relación acorde a los medidos al comienzo de la experiencia. La CE disminuyó prácticamente a la mitad respecto de los valores iniciales en el caso de los tratamientos con compost, mientras que en el sustrato comercial esta disminución fue del 40%. En el suelo, no se observó variación de la CE durante el ensayo (Cuadro 2).

El compost de poda puro fue el sustrato que mostró el mayor contenido de nitratos y calcio al finalizar el ensayo (Cuadro 2). En el caso de los nitratos, el contenido fue al menos 3.84 veces superior al resto de los tratamientos. Para el magnesio y el sodio, el sustrato comercial fue el que finalizó con los valores más altos, aunque no hubo diferencias significativas con el compost de poda para el caso del sodio (Cuadro 2). En el sustrato comercial, el contenido de potasio al finalizar el ensayo fue muy inferior al resto de los tratamientos (Cuadro 2).

En todos los casos, los nutrientes disminuyeron su concentración respecto al contenido inicial, excepto para el nitrato y el sodio del sustrato comercial, que aumentaron su valor (Cuadro 2), lo cual no se puede explicar con los datos disponibles. En cambio, la disminución de los nutrientes y de la CE es atribuible a la extracción realizada por las plantas y a la lixiviación provocada por el riego. Según Ansorena Miner (1994) en los suelos minerales la mayor proporción de nutrientes se encuentra retenida en forma de reserva en el complejo de intercambio, mientras en los

sustratos orgánicos se hallan disueltos en la solución acuosa, motivo por el cual son muy afectados por las pérdidas por lixiviación o lavado (Lemaire *et al.*, 2005).

A excepción del contenido de potasio, los diferentes niveles de fertilización modificaron significativamente el pH, la CE y el contenido de nitratos, calcio, magnesio y sodio medidos al final del ensayo, aunque también hubo interacciones significativas entre las variables sustrato y nivel de fertilización (Cuadro 2).

Así, si bien el pH tendió a disminuir con el aumento de la fertilización (Fig 1a), esto responde básicamente a la tendencia observada en el sustrato comercial, mientras que en los otros sustratos el pH tendió a comportarse indiferente al nivel de fertilización. Con respecto a la CE, esta tendió a aumentar con el nivel de fertilización (Fig. 1b), aunque en los sustratos de suelo puro o en mezcla con compost, esto no fue observado. Con respecto al contenido de nitratos, al final del ensayo se observó que la dosis más alta de fertilización elevó considerablemente este valor (Fig. 1c); sin embargo, este comportamiento predominó en los sustratos con compost de poda pero no en el resto de los tratamientos. Los demás elementos minerales, a excepción del potasio, mostraron una tendencia similar con la fertilización que la mencionada para el nitrato. Sin embargo, la interacción significativa entre sustrato y fertilización (Cuadro 2) son particulares para cada caso. En el caso del calcio y del magnesio, los sustratos a base de suelo y/o sus mezclas no mostraron un aumento del contenido de este elemento con el nivel de fertilización. En el caso del sodio, sólo se observó un aumento con el nivel de fertilización, en el sustrato comercial.

Una de las consideraciones importantes en la fertilización de plantas en contenedor, es el volumen pequeño de sustrato, lo que

significa que las plantas tienen una limitada cantidad de reservas nutricionales (Landis, 1989). Por lo tanto, durante el crecimiento de las plantas, las concentraciones de nutrientes y su balance cambian con rapidez. Si bien en el ensayo se utilizaron diferentes sustratos para una misma dosis de fertilización y los niveles finales de nutrientes son diferentes para cada sustrato, según Segura *et al.* (1998) el consumo de las plantas es prácticamente el mismo.

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS PLANTINES DE CORAL

Los valores promedio de diámetro del tallo al final de la experiencia fueron significativamente mayores para el sustrato a base de mezcla de compost y tierra (T2) (Cuadro 3), mientras que el suelo presentó el peor resultado. En cambio, en lo referente a altura de planta, los diferentes sustratos presentaron valores que no difirieron entre ellos, a excepción del suelo que mostró una altura

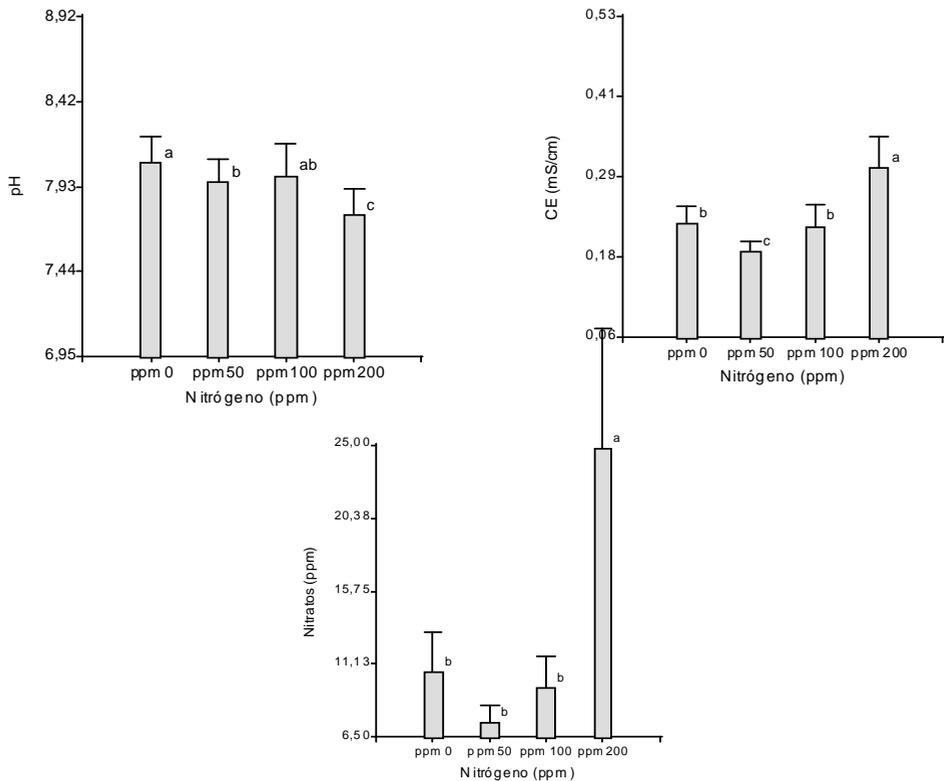


Fig. 1: Influencia de la fertilización nitrogenada sobre los valores finales de pH, CE y concentración de Nitratos medidas en los diferentes sustratos al finalizar el ensayo.

Cuadro 3. Diámetro y altura del tallo, cantidad de nudos (N° de nudos) y cantidad de inflorescencias (N° de inflorescencias) para cada tratamiento.

Tipos de sustratos	Diámetro mm	Altura mm	N° nudos	N° Inflorescencias
T1 - Sustrato comercial	5,08 b	180,5 a	6,60 b	2,30 a
T2-Compost-suelo (50% v/v)	5,46 a	175,3 a	7,45 a	1,80 a
T3- Compost de poda	4,98 b	171,3 a	6,90 b	1,00 b
T4-Suelo	4,62 c	148,6 b	6,85 b	1,00 b
Fertilización	*	ns	*	ns
Fertilización x Sustratos	ns	ns	ns	ns

Promedios seguidos por letras distintas en igual columna, difieren entre si al nivel $P < 0,05$ de significancia, Test de Tukey. * = significativo; ns = no significativo, para $P < 0,05$.

al menos 22 mm inferior (Cuadro 3). El número de nudos fue significativamente superior en el sustrato a base de compost y suelo (T2), y el número de inflorescencias por planta fue superior en el sustrato comercial y en la mezcla de compost y suelo (Cuadro 3).

Los únicos parámetros que mostraron una respuesta significativa a la fertilización nitrogenada fueron el diámetro del tallo y el número de nudos por planta (Cuadro 3). En ambos casos se alcanzaron los mayores valores para las dosis más altas de fertilización (Fig. 2).

El comportamiento del sustrato a base de suelo (Cuadro 4), no mostró variaciones importantes a nivel del crecimiento de la raíz, ya que presentó niveles de Peso Fresco y Peso Seco de Raíz muy similares a la mezcla de suelo más Compost. Esto no coincide con lo observado por Gallardo (2006), quien menciona que el suelo trae una serie de inconvenientes que lo hace poco apropiado para el cultivo en contenedores. El suelo presenta un espacio poroso menor y una mayor canti-

dad de microporos, por lo que luego de un riego el contenido hídrico permanece alto dificultando la difusión de oxígeno (Valenzuela, 2006). En ensayos realizados con *Dracaena fragans* en suelo, se observó asfixia radicular que ocasionó muerte de las raíces absorbentes y deterioro general del sistema radicular, lo cual disminuyó la capacidad de las plantas para absorber los nutrientes disponibles en la solución del suelo y los aportados por el fertilizante (González Chinchilla & Solano Barquero, 1994). Sin embargo, en nuestra experiencia el sustrato de Compost 100%, fue el que presentó las diferencias más notorias en cuanto al desarrollo radicular.

La producción de biomasa aérea fue máxima en el sustrato a base de suelo y compost (T2), seguida del sustrato a base de suelo y el sustrato comercial (Cuadro 4). El compost de poda puro mostró la menor producción de biomasa aérea, que fue inferior a la mitad en relación a T2 (Cuadro 4). El sistema radicular alcanzó la mayor producción de

biomasa en el sustrato comercial y el sustrato a base de compost y suelo, mientras que la biomasa más baja se observó en el compost de poda (Cuadro 3, Cuadro 4), que fue apenas un 20% respecto al tratamiento a base de sustrato comercial.

Todos los parámetros mostraron una

respuesta significativa a la fertilización, y además, una interacción significativa entre la, variable sustrato y la variable nivel de fertilización (Cuadro 4). En términos generales, la producción de biomasa aérea mostró una respuesta lineal al incremento de la fertilización, pasando de 13,56 a 21g de peso fresco

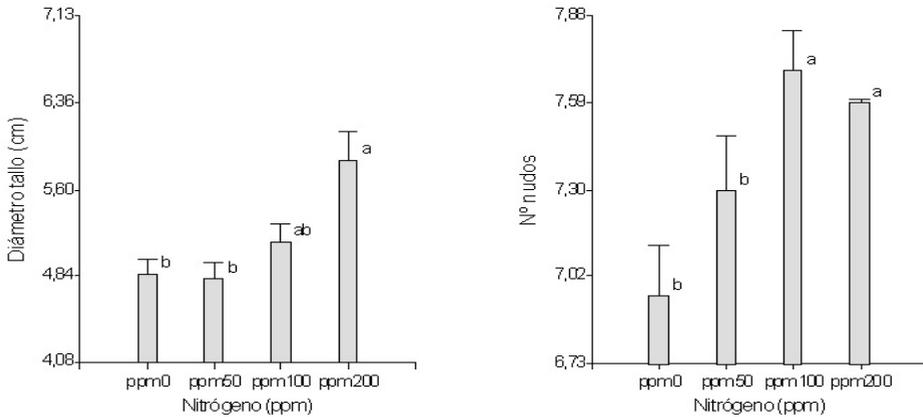


Fig. 2: Diámetro del tallo (cm) y Números de nudos alcanzado por las plantas en función de los niveles de fertilizante (Nitrógeno ppm)

Cuadro 4. Peso fresco de la parte aérea (PFA), peso seco de la parte aérea (PSA), peso fresco radicular (PFR) y peso seco radicular (PSR) obtenidos para cada tratamiento.

Tipos de sustratos	PFA (gr)	PSA (gr)	PFR (gr)	PSR (gr)
T1- Sustrato comercial	16,49 c	1,94 b	12,66 a	1,04 a
T2-Compost-suelo (50% v/v)	21,64 a	2,75 a	8,99 b	0,94 a
T3- Compost de poda	9,90 d	1,41 c	2,73 c	0,52 b
T4-Suelo	18,89 b	1,94 b	8,52 b	0,66 b
Fertilización	*	*	*	*
Fertilización x Sustratos	*	*	*	*

Promedios seguidos por letras distintas en igual columna, difieren entre si al nivel $P < 0,05$ de significancia, Test de Tukey* = significativo; ns = no significativo, para $P < 0,05$.

por planta entre los niveles extremos de fertilización. Sin embargo, el tratamiento a base de suelo y compost (50% v/v) alcanzó la mayor biomasa con 100 ppm de fertilización, mientras que el sustrato comercial necesitó del mayor nivel de fertilización. La producción de biomasa radicular no mostró aumentos significativos por encima de los 100ppm de fertilizante.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los tratamientos a base de compost y suelo obtuvieron resultados en producción de biomasa aérea comparables a los tratamientos con sustrato comercial fertilizados con 100 y 200 ppm de NPK, lo cual demuestra que el compost podría reemplazar parcialmente al sustrato comercial (Fig. 3). Ensayos rea-

lizados con Ciprés (*Cupressus sempervires*) en diferentes mezclas con compost de poda, la mezcla con 50% de compost de champiñones presentó un crecimiento mayor que en el resto de los sustratos (Masaguer *et al.*, 2003), y en ensayos con *Deutzia Scabra* los resultados fueron mas favorables con porcentajes menores del 60% en la mezcla del sustrato (Fischer & Popp, 1998). Así, diferentes autores recomiendan una proporción no mayor al 20-30% de compost en la mezcla de sustrato, de modo de reducir los daños que pueden ser provocados por los niveles de sales solubles o sustancias tóxicas (Raymond *et al.* 1998, citado por Fitzpatrick, 2005).

Las plantas de los tratamientos que contenían suelo sin fertilizar y fertilizados con

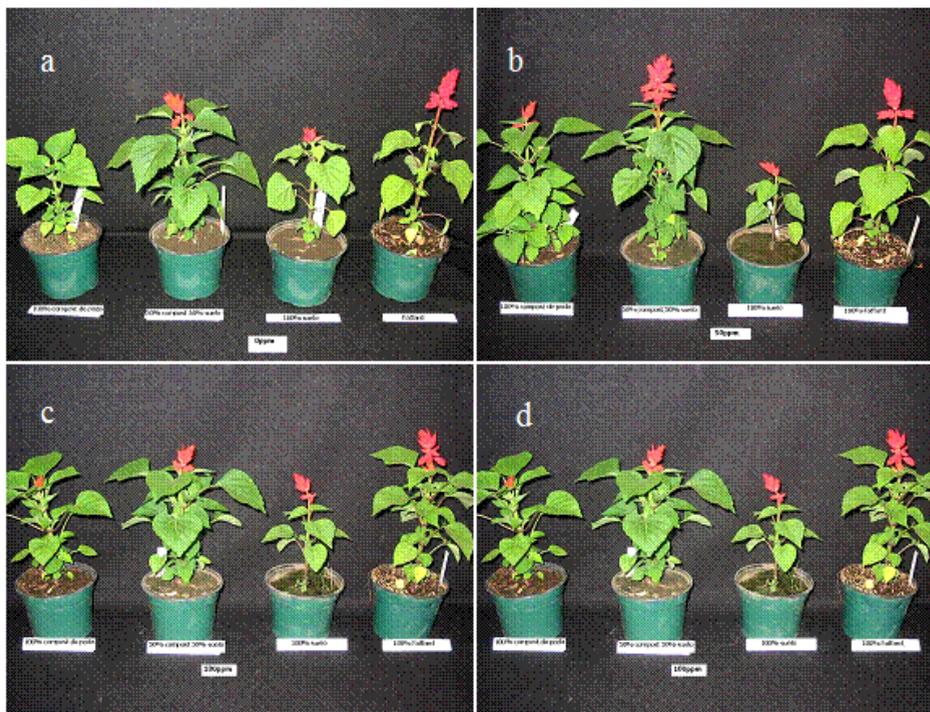


Fig. 3: Plantas al momento de finalizar los ensayos, sin fertilización (a); fertilizado con 50ppm N (b); fertilizado con 100ppm N (c); y fertilizado con 200ppm N (d). En cada figura, de izquierda a derecha: Tratamiento con sustrato compost de poda (T3), Compost de poda y suelo (50 %v/v, T2), suelo (T4), y sustrato comercial (T1).

50 y 100ppm de N, y el sustrato comercial fertilizado con 0 y 50 ppm de N mostraron parámetros inadecuados, lo que denota entre otras cosas, un mayor requerimiento de fertilización (Fig. 3). Los sustratos comerciales tienen una carga de macro y micro nutrientes que permiten un crecimiento inicial rápido (Favaro *et al.*, 2002), pero según el cultivo, se debe seguir aportando nutrientes debido a que estos se pierden, en parte, por drenaje. Por tal motivo, los mejores resultados con el sustrato comercial se dan con las mayores dosis de fertilización.

Las plantas desarrolladas en el compost de poda puro tuvieron bajos pesos aéreos y radiculares, posiblemente debido a que el compost usado no habría alcanzado el punto de maduración y le faltaba tiempo para estabilizarse. Las plantas presentaron un color amarillo verdoso, síntomas de la falta de estabilización, ya que las plantas cultivadas en compost no maduros son frecuentemente cloróticas y raquílicas debido al bloqueo biológico de nitrógeno (Fitzpatrick, 2005; Sullivan & Millar, 2005).

CONCLUSIONES

En todos los tratamientos hubo un incremento del pH al finalizar el ensayo, respecto al valor inicial. En cambio, la CE disminuyó salvo en los tratamientos con participación de suelo en la mezcla. En lo referente a los niveles de nutrientes, hubo una disminución respecto a los valores iniciales, a excepción del nitrato y del sodio en el sustrato comercial. Los mejores resultados para la mayoría de los parámetros fenológicos evaluados se obtuvieron con la mezcla de compost de poda y suelo (50% v/v), y en el sustrato comercial.

Los tratamientos con 100% suelo y 100% de compost obtuvieron los peores resulta-

dos destacándose el escaso desarrollo del sistema radicular en el sustrato a base de 100% de compost. Aparentemente, la mezcla de ambos sustratos complementó sus propiedades; el compost aportó mejores condiciones físicas y el suelo la capacidad buffer equilibrando mejor los nutrientes. Así, la mezcla de compost y suelo (50% v/v), logró parámetros fenológicos muy similares a la del sustrato comercial, pero aplicando una dosis 50% inferior de fertilizante. El sustrato elaborado con compost de restos de poda podría reducir un 50% el uso de suelo o turba.

BIBLIOGRAFÍA

- ANSORENA MINER, J.** 1994. Sustratos propiedades y caracterización. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 172 p.
- BURÉS, S.** 1997. Sustratos. Ed. Agrotecnias. Madrid. 342 p.
- FAVARO, J. C.; BUYATTI, M. A. & ACOSTA M. R.** 2002. Evaluación de sustratos a base de aserrín de salicáceas compostados para la producción de plantones. Investigación agraria, producción y protección de cultivos. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria 17: 367-373.
- FERMINO, M. H.** 2003. Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas. Tese de Doutorado. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Faculdade de Agronomia. Porto Alegre. 89p.
- FISCHER, P. & POPP, W.** 1998. The use of various composts and recycled materials in growing media for ornamental shrubs. Acta Horticulturae 469:287-296.
- FITZPATRICK, G. E.; DUKE, E. R. & KLOCK-MOORE, A.** 1998. Use of compost products for Ornamental Crop Production: research and grower experiences. HortScience 33:941-944.

- FITZPATRICK, G. E.** 2005. Utilización de los compost en los sistemas de cultivo de plantas ornamentales, viveros y semilleros. Capítulo 6. (p. 135-150). En: STOFFELLA P.J. & KAHN B.A. (Eds). Utilización de Compost en los Sistemas de cultivo hortícola. Ed. Mundi Prensa. Washington. USA.
- GALLARDO, S. C.** 2006. Seminario - Taller: Bases técnicas para elección de los sustratos: Problemas y soluciones más comunes. Ciudad de Corrientes, Corrientes. p8.
- GLADON, D.** 1988. Amendments and media. Container grower: news and notes. Fall 1988. Ames, IA: Iowa State University of Science and Technology, Department of Forestry. 10p.
- GONZÁLEZ CHINCHILLA, R. F. & SOLANO BARQUERO, C. R.** 1994. El cultivo de la *Dracaena fragans* "Anita": influencia de las características físico-químicas del suelo en los patrones de calidad de las plantas. Tesis de grado. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. Costa Rica. <http://www.wxis.exe/IsisScript=TESISUM.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000756>. Revista. Consulta 29/11/07. Resumen.
- LANDIS, T. D.** 1989. Nutrientes minerales y fertilización. Capítulo 1. pp 1-67. En: Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor. Manual Agrícola. Volumen 2. Washington, Departamento de Agricultura, Servicios Forestales. 125p.
- LANDIS, T. D.** 1990. Medios de crecimiento. Capítulo 2. pp 41-89. En: Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor. Manual Agrícola. Volumen 4. Washington, Departamento de Agricultura, Servicios Forestales. 90p.
- LEMAIRE, F.; DARTIGUES, A.; RIVIERE, L.; CHARPENTIER, S. & MOREL, P.** 2005. Cultivos en maceta y contenedores: principios agronómicos y aplicaciones. Ed. Mundi - Prensa. España. 210p.
- MASAGUER, A.; DE ANTONIO, R. & BENITO, M.** 2003. Restos de vegetales como sustrato alternativo en horticultura ornamental. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícola, Pontevedra. Acta Horticultura 39:597-599.
- SEGURA, M. L.; CADAHIA, C.; ABAD, M. & LOPRZ, A.** 1998. Fertirrigation of melon crop grow in black sedge peat based soilless media under saline conditions. Acta Horticulturae 458:369-376.
- STERRENT, S. B.** 2005. Los compost como sustratos para la horticultura en la producción de material de transplante. Capítulo 10. (pp. 227-241). En: STOFFELLA P.J. & KAHN B.A. (Eds). Utilización de Compost en los Sistemas de cultivo hortícola. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- SULLIVAN, D. M. & MILLER, R. O.** 2005. Propiedades cualitativas, medición y variabilidad del compost. Capítulo 4. (pp. 95-117). En: STOFFELLA P.J. & KAHN B.A. (Eds). Utilización de Compost en los Sistemas de cultivo hortícola. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- VALENZUELA, O.** 2006. Los sustratos como medio de crecimiento para los cultivos sin suelo. Seminario taller de sustratos para plantas en contenedores. Ciudad de Corrientes. Corrientes. p7.
- WRAP ADAS Consulting Limited.** 2005. Assessment of options and requirements for stability and maturity testing of compost. 80p.