

COMPOST DE AVE DE CORRAL COMO COMPONENTE DE SUSTRATOS

LOREÑA ALEJANDRA BARBARO^{1*}; MÓNICA ALEJANDRA KARLANIAN¹; DANIEL ENRIQUE MORISIGUE¹; PEDRO FEDERICO RIZZO²; NICOLÁS IVÁN RIERA²; VIRGINIA DELLA TORRE² & DIANA ELVIRA CRESPO².

1 Instituto de Floricultura del INTA, De los Reseros y Las Cabañas (CPI686).

2 Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola del INTA.

* Autor para correspondencia: lbarbaro@cni.inta.gov.ar

Recibido: 01-11-10

Aceptado: 25-02-11

RESUMEN

El sustrato para cultivo es un material que colocado en un contenedor permite el anclaje del sistema radicular, proporcionando agua y nutrientes. Entre los materiales empleados para formular sustratos se encuentran los compost. Entre ellos el compost de cama de ave de corral (CAC), elaborado en base al estiércol de aves mezclado con los materiales que forman su lecho. El objetivo de este trabajo fue evaluar dos compost de CAC como componente de sustrato, mediante el desarrollo de plantas de Coral (*Salvia splendens*). Uno de los compost contenía cama de stud (CAC+S) durante su compostaje. Se formularon sustratos con diferentes proporciones de compost de CAC, compost de corteza de pino y pinocha, luego fueron analizados física y químicamente. A las plantas cultivadas en cada sustrato se midió la longitud y el diámetro del tallo, peso fresco y seco de la parte aérea y radicular. La densidad, porosidad y capacidad de retención de agua de todos los sustratos fueron aceptables. El pH de ambos compost de CAC fue mayor a 6,3, y los valores de las mezclas se encontraron dentro del rango aceptable. Todos los sustratos superaron 1 dS m^{-1} (1+5 v/v), principalmente los formulados con compost de CAC+S, cuyo material puro contenía altos niveles salinos. Al disminuir el porcentaje de CAC en las mezclas, disminuyó la concentración de cada nutriente. Las plantas cultivadas en el sustrato comercial y en las mezclas con 20% de CAC fueron las que lograron los mayores pesos aéreos y radiculares, diámetro y longitud del tallo. Por lo tanto, el compost de ave de corral podría ser una alternativa viable como componente de sustrato si se lo utiliza hasta un 20%.

Palabras clave. Compostaje, estiércol, plantas ornamentales.

CHICKEN LITTER COMPOST AS SUBSTRATE COMPONENT

ABSTRACT

A substrate for plant cultivation is a material that, placed in a container, allows the anchorage of the root system, providing water and nutrients. Compost is one of the materials currently used in substrate formulation. A variety of compost is made from chicken litter which comes from chicken manure mixed with bedding materials.

The objective of this study was to evaluate the effect of two kinds of chicken litter composts on the growth of Coral plants (*Salvia splendens*). One of the composts included horse litter in the composting process. Several mixtures with different chicken litter compost proportions were prepared with compost of pine bark and pine needle litter. Subsequently, mixtures were physically and chemically analyzed. Plants were grown in each treatment and then the following parameters were measured: stem length and diameter, fresh and dry weight of the aerial and root biomass. Bulk density, porosity and water holding capacity of all the substrates were acceptable. The pH of both chicken litter composts was greater than 6.3, and the values of the mixtures were within an acceptable range. All the mixtures exceeded 1 dS m^{-1} (1+5 v/v), mainly those formulated with chicken litter compost and horse litter, in which the corresponding pure material was high in salt content. When the percentage of chicken litter compost in the mixtures was reduced, the concentration of nutrients decreased. Plants cultivated in the commercial substrate and mixtures with 20% chicken litter compost resulted with the highest aerial and root biomass weights, stem diameter and length. Therefore, composts with up to 20% chicken litter could be a viable alternative as substrate components.

Key words. Composting, dung, ornamental plants.

INTRODUCCIÓN

El sustrato para cultivo es un material natural, artificial, mineral u orgánico distinto al suelo *in situ*, que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla permite el anclaje del sistema radicular, proporcionando agua y nutrientes (Abad *et al.*, 2004). Un sustrato puede estar formulado por uno o más materiales, lo importante

es que el producto final tenga las propiedades adecuadas. Deben poseer una elevada porosidad y capacidad de retención de agua, junto a un buen drenaje y aireación. Químicamente, es conveniente valores de pH entre 5 a 6 y niveles salinos menores a 1 dS m^{-1} (1+5 v/v) (Ansorena, 1994). Además de estas características también se debe prestar atención al tipo de producción, si se realizará al

aire libre o bajo invernadero, el clima de la zona, la especie a cultivar y el método de riego, los cuales también determinarán el tipo de sustrato requerido (Abad *et al.*, 2004). La elección de un material para ser usado como sustrato está directamente relacionada a sus propiedades, disponibilidad y costo.

Entre los materiales actualmente empleados para formular sustratos y difundidos como alternativa al uso del suelo y/o turba, se encuentran los compost. 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 cama de ave de corral o gallinaza, constituido por el estiércol de las aves mezclado con materiales diversos que forman el lecho de las mismas (Bures, 1997).

Una de las características de los compost de ave de corral es tener pH alcalinos y conductividades elevadas (Bures, 1997), por tal motivo, es conveniente realizar mezclas con materiales de menor pH y niveles de sales.

Entre los materiales más utilizados para este fin, se encuentran la corteza de pino compostada, obtenida a partir de cortezas provenientes de aserraderos y descortezadoras de madera y la pinocha, que es el mantillo del piso forestal constituido por dos estratos orgánicos, uno con residuos vegetales cuyos componentes conservan casi intacta la estructura original y otro con residuos vegetales con cierto nivel de descomposición (Robottaro *et al.*, 2003). Ambos materiales son muy aceptados en todo el mundo por sus propiedades (Bures, 1997; Bunt, 1988). Generalmente tienen pH ácido a neutro y baja conductividad eléctrica (0,1-0,8 dS m⁻¹) (Bures, 1997).

En general, la mayoría de los composts no son utilizados puros, sino en mezclas en distintos porcentajes, dependiendo de la especie a cultivar. En este sentido, Wilson *et al.* (2002) determinaron que es posible incorporar hasta un 50% de compost de restos de poda o biosólidos en sustratos para la producción de *Gloxinia*, *Justicia* y *Lysimachia* sustituyendo a la turba. Fitzpatrick (2005) al utilizar más de un 10% de compost de residuos sólidos urbanos en el sustrato observó que las azaleas detenían su crecimiento, pero en las begonias los resultados fueron favorables utilizando hasta un 30% de compost de residuos sólidos urbanos en las mezclas. Klock Moore (2000) concluyó que el peso de las raíces de *Salvia* y el número de flores se incrementaba usando entre 0 y 60% de compost de restos de poda pero decrecía si se las cultivaba solo con compost.

El compost de cama de ave de corral también fue usado en mezclas, con 40% de compost de ave de corral y 60% de tierra de bosque se obtuvieron plantines de café (*Coffea arabica*) con altos valores de peso seco, mayor altura y diámetro (Julca-Otiniano, 2002). Los mismos porcenta-

jes también fueron beneficiosos en la producción de plantines de mamón (*Carica papaya* L.) utilizando 40% de compost de ave de corral y 60% de carbón vegetal y arena (Mendonça *et al.*, 2003).

Debido al creciente volumen disponible, producto del crecimiento en los últimos años de la producción avícola argentina, hace que este residuo esté siendo evaluado para distintos usos, previa transformación en compost para disminuir los problemas de contaminación.

El objetivo de este trabajo fue evaluar dos composts de cama de ave de corral, en forma pura y en diferentes mezclas, elaborado en el *Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA)*, mediante el desarrollo y crecimiento de plantas de Coral (*Salvia splendens*) var. Rojo.

MATERIALES Y MÉTODOS

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

Se utilizaron plantines de Coral (*Salvia splendens*) var. Rojo con un diámetro del cuello promedio de 1,47 mm y una longitud del cuello al ápice del tallo de 2,83 cm. Los plantines se transplantaron el 29/09/09 en macetas de 13 cm de diámetro con capacidad para 900 mL de sustrato. El riego se realizó según demanda con agua de pozo, con un pH de 7,18; CE, 0,79 dS m⁻¹; nitratos, 7,65 ppm; calcio, 10,27 ppm; magnesio, 7,45 ppm; potasio, 12,08 ppm; sodio, 144,6 ppm; cloruros, 24,31 ppm y bicarbonatos, 427 ppm. Las características de la misma fueron similares a la que utilizan los productores de plantas en maceta de la zona.

Las temperaturas mínimas, medias y máximas promedio registradas en el invernáculo durante el ensayo fueron de 10,33 19,82 y 29,31 °C, respectivamente.

No se fertilizó y no se requirieron aplicaciones fitosanitarias. El ensayo finalizó a los 45 días desde el trasplante.

Durante el ensayo se midió la longitud del tallo desde el cuello al ápice de cinco plantas por tratamiento cada siete días, utilizando estos datos se calculó la tasa de crecimiento. Al finalizar el ensayo, a las mismas plantas se midieron además de la longitud del tallo, el diámetro del tallo a los 5 cm del cuello, el peso fresco de la parte aérea y radicular, y el peso seco aéreo y radicular (en estufa a 60 °C hasta peso constante).

Los composts de ave de corral evaluados fueron

Compost de ave de corral sin cama de stud (CAC). Producido en el IMYZA durante un período de compostaje de 4 meses. Las materias primas compostadas fueron 57,3% de guano de gallina, 13,4% de cascarilla de arroz, 29,3% de aserrín y 10 kg m⁻³ de yeso. El compost obtenido tuvo una relación C/N de 29, densidad aparente de 0,4 kg m⁻³; porosidad total, 86%; poros con aire, 43%; materia orgánica, 40%; pH, 6,9; CE, 2,5 dS m⁻¹; nitratos, 2,41 g L⁻¹; calcio, 4,16 g L⁻¹; magnesio, 1,24 g L⁻¹; potasio, 5,44 g L⁻¹; sodio, 1,60 g L⁻¹ de compost.

Compost de ave de corral con cama de stud (CAC+S). Producido en el IMYZA durante un período de compostaje de 4 meses. Las materias primas compostadas fueron 56% de guano de gallina, 19% de cascarilla de arroz, 25% de cama de caballo o stud y 10 kg m⁻³ de yeso. El compost obtenido tuvo una relación C/N de 33, densidad aparente de 0,4 kg m⁻³; porosidad total, 81%; poros con aire, 41%; materia orgánica, 33%; pH, 6,6; CE, 5,4 dS m⁻¹; nitratos, 7,43 g L⁻¹; calcio, 3,20 g L⁻¹; magnesio, 3,04 g L⁻¹; potasio, 16,76 g L⁻¹; sodio, 4,93 g L⁻¹ de compost.

Los dos composts evaluados fueron mezclados en diferentes proporciones con compost de corteza de pino y pinocha, por ser materiales disponibles y de amplia difusión entre los productores de plantas en maceta. Sus propiedades fueron las siguientes:

Compost de corteza de pino (CP). Densidad aparente de 0,2 kg m⁻³; porosidad total, 91%; poros con aire, 63%; capacidad de retención de agua 28%; materia orgánica, 95%; pH, 5,3; CE, 0,1 dS m⁻¹; nitratos, 0,1 g L⁻¹; calcio, 0,0 g L⁻¹; magnesio, 0,0 g L⁻¹; potasio, 0,2 g L⁻¹; sodio, 0,1 g L⁻¹ de sustrato. Partículas mayores a 3,5 mm, 81%; partículas entre 3,5 y 1 mm, 12%; partículas menores a 1mm, 7%.

Pinocha (acículas de pino) (P). Densidad aparente de 0,3 kg m⁻³; porosidad total, 82%; poros con aire, 44%; capacidad de retención de agua 38%; materia orgánica, 42%; pH, 4,6; CE, 0,5 dS m⁻¹; nitratos, 0,7 g L⁻¹; calcio, 0,2 g L⁻¹; magnesio, 0,1 g L⁻¹; potasio, 0,7 g L⁻¹; sodio, 0,6 g L⁻¹ de sustrato.

Sustrato comercial (testigo), marca Dymamics, formulado con turba como principal componente, además de vermiculita y perlita. Su densidad aparente fue de 0,1 kg m⁻³; porosidad total, 95%; poros con aire, 41%; capacidad de retención de agua 54%; materia orgánica, 88%; pH, 4,6; CE, 0,9 dS m⁻¹; nitratos, 2,3 g L⁻¹; calcio, 0,2 g L⁻¹; magnesio, 0,1 g L⁻¹; potasio, 0,7 g L⁻¹; sodio, 0,1 g L⁻¹ de sustrato.

Los composts de ave de corral fueron evaluados de manera pura y en mezclas, de modo que quedaron conformados 9 tratamientos incluyendo el testigo con sustrato comercial. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 5 repeticiones por cada tratamiento: 1) 100% CAC; 2) 50% CAC + 50% P; 3) 50% CAC + 25% CP y 25% P; 4) 20% CAC + 40% CP y 40% P; 5) 100% CAC+S; 6) 50% CAC+S + 50% P; 7) 50% CAC+S + 25% CP y 25% P; 8) 20% CAC+S + 40% CP y 40% P; 9) sustrato comercial.

Se tomaron además muestras de los sustratos de cada tratamiento y se analizaron por triplicado en el laboratorio de sustratos y aguas del Instituto de Floricultura.

Las variables analizadas fueron: Materia orgánica, con el método de la mufla (Ansorena Miner, 1994); densidad aparente, con el método Hofmann (Fermino, 2003); espacio poroso total, capacidad de retención de agua y poros con aire con el método de De Boodt mediante los lechos de arena (De Boodt *et al.*, 1974); pH y conductividad eléctrica (CE), en 1+5 vol/vol mediante el método del Instituto de Floricultura, que consta en colocar en un frasco de 250 mL, 150 mL de agua destilada y luego se lleva a 180 mL con el agregado de sustrato, agitar durante 10 minutos y dejar reposar 15 minutos. La concentración de calcio, mag-

nesio, potasio y sodio en g L⁻¹ de sustrato, fueron analizados en el filtrado de la solución 1+5 con un espectrofotómetro de absorción atómica (Varian modelo 220 A) y los nitratos con electrodo ión selectivo (Orion modelo 920 A).

Los resultados fueron analizados a través de un ANOVA y las diferencias entre medias mediante el Test de Tukey (P<0,05). Para los análisis de correlación se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Todos los análisis se realizaron con el software estadístico Infostat Profesional versión 2009.

RESULTADOS

Análisis físico de los sustratos

La densidad aparente fue mayor en los sustratos que contenían 50% de compost de ave de corral más 50% de pinocha y en los sustratos con compost de ave de corral puro. A diferencia de ello, la densidad aparente del sustrato comercial fue la de menor valor, diferenciándose de todos los demás (Tabla 1).

Los mayores porcentajes de materia orgánica se hallaron en el sustrato comercial y el formulado con 20% de compost de ave de corral con cama de stud. El porcentaje de materia orgánica del sustrato comercial se diferenció de todos los demás sustratos, cuyos valores oscilaron entre 33 y 40% (Tabla 1).

El porcentaje de poros con aire osciló entre 41 y 59% (Tabla 1). El sustrato que contenía 50% de compost de ave de corral con cama de stud más compost de corteza de pino y pinocha, tuvo el mayor porcentaje de poros con aire y se diferenció significativamente de todos los demás.

La capacidad de retención de agua se encontró entre 35 y 54%, destacándose el sustrato comercial con el mayor porcentaje (Tabla 1).

Los mayores porcentajes de espacio poroso total correspondieron al sustrato comercial y al sustrato con 50% de compost de ave de corral con cama de stud más compost de corteza de pino y pinocha. Ambos se diferenciaron significativamente de los restantes sustratos, cuyos rangos se encontraron entre 81 y 86% (Tabla 1).

Análisis químico de los sustratos

El pH de los sustratos osciló entre 5,8 a 6,9 y la CE fue igual o mayor a 1 dS m⁻¹. El sustrato con compost de ave de corral con cama de stud puro resultó tener los mayores valores de CE y se diferenció significativamente de todos los demás (Tabla 2). Las conductividades más bajas se encontraron en los sustratos formulados con 20% de compost de ave de corral y el sustrato comercial.

Tabla 1. Densidad del aparente (dap), materia orgánica (MO), poros con aire (PA), capacidad de retención de agua (CRA) y espacio poroso total (EPT) del sustrato de cada tratamiento.

CAC: Compost de cama de ave de corral; CAC+S: Compost de ave de corral + stud; P: pinocha; CP: Compost de corteza de pino.

Table 1. Bulk density (dap), organic matter (MO), air filled porosity (PA), water holding capacity (CRA) and total pore space (EPT) of the substrate of each treatment.

CAC: Chicken litter compost ; CAC+S: Chicken litter compost + horse litter; P: Pine needle litter; CP: Pine bark compost.

Sustratos de cada tratamiento	Dap		MO		PA		CRA		EPT	
	kg m ⁻³				%					
1. 100% CAC	400	a	40	c	43	b	43	b	86	b
2. 50% CAC + 50% P	400	a	34	d	41	b	42	bc	83	b
3. 50% CAC + 25% CP y 25% P	300	b	35	d	47	b	39	d	85	b
4. 20% CAC + 40% CP y 40% P	300	b	36	cd	48	b	38	d	86	b
5. 100% CAC+S	430	a	33	d	41	b	40	bcd	81	b
6. 50% CAC+S + 50% P	400	a	33	d	43	b	39	cd	82	b
7. 50% CAC+S + 25% CP y 25% P	300	b	34	d	59	a	35	e	94	a
8. 20% CAC+S + 40% CP y 40% P	300	b	51	b	46	b	38	d	84	b
9. Sustrato comercial	80	c	88	a	41	b	54	a	95	a

Promedios seguidos por letras distintas en la misma columna, difieren entre si al nivel P < 0,05 de significancia por el Test de Tukey.

Tabla 2. pH, conductividad eléctrica (CE), nitratos (NO₃-N), calcio (Ca⁺⁺), magnesio (Mg⁺⁺), potasio (K⁺) y sodio (Na⁺) del sustrato de cada tratamiento.

CAC: Compost de cama de ave de corral; CAC+S: Compost de ave de corral + stud; P: pinocha; CP: Compost de corteza de pino

Table 2. pH, electrical conductivity (CE), nitrates (NO₃-N), calcium (Ca⁺⁺), magnesium (Mg⁺⁺), potassium (K⁺) and sodium (Na⁺) of the substrate of each treatment.

CAC: Chicken litter compost; CAC+S: Chicken litter compost + horse litter; P: Pine needle litter; CP: Pine bark compost.

Sustratos de cada tratamiento	pH		CE		NO ₃ -N		Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		K ⁺		Na ⁺	
	dS m ⁻¹				g L ⁻¹ de sustrato									
1. 100% CAC	6,9	a	2,5	D	2,4	bc	4,2	a	1,2	b	5,4	c	1,6	c
2. 50% CAC + 50% P	6,2	cd	1,8	E	1,2	de	2,2	c	0,8	d	2,6	d	0,9	d
3. 50% CAC + 25% CP y 25% P	6,3	c	1,9	E	1,4	de	3,8	ab	0,9	c	3,0	d	0,9	d
4. 20% CAC + 40% CP y 40% P	6,0	e	1,2	G	0,8	e	1,2	d	0,4	e	1,4	e	0,7	e
5. 100% CAC+S	6,6	b	5,4	A	7,4	a	3,2	b	3,0	a	16,7	a	5,0	a
6. 50% CAC+S + 50% P	6,0	de	3,4	B	2,9	b	2,9	bc	1,3	b	8,7	b	2,0	b
7. 50% CAC+S + 25% CP y 25% P	6,2	c	2,8	C	3,0	b	2,1	c	1,0	c	6,2	c	1,6	c
8. 20% CAC+S + 40% CP y 40% P	5,9	e	1,7	F	1,5	d	1,1	d	0,5	e	2,8	d	0,9	d
9. Sustrato comercial	5,8	f	1,0	H	2,3	c	0,2	e	0,1	f	0,6	e	0,1	f

Promedios seguidos por letras distintas en la misma columna, difieren entre si al nivel P < 0,05 de significancia por el Test de Tukey.

En cuanto a la concentración de nutrientes (Tabla 2), los niveles de nitratos fueron superiores en los sustratos con 100% y 50% de compost de ave de corral con cama de stud, seguidos por el sustrato comercial y el formulado con 20% del mismo compost. Por otro lado, los niveles más altos de calcio se encontraron en los sustratos con compost de cama de corral puro y con 50% más corteza de pino compostada y pinocha.

Los mayores niveles de magnesio, potasio y sodio se hallaron en el sustrato que contenía solo compost de ave de corral con cama de stud, diferenciándose significativamente de los restantes sustratos y coincidiendo con el mayor valor de CE encontrado. La correlación entre la

concentración de cada uno de los nutrientes y la CE fue de 0,97, 0,99 y 0,98, respectivamente.

Evaluación de los parámetros morfológicos de las plantas

Los mayores valores de peso fresco aéreo se observaron en las plantas cultivadas en los sustratos con 20% de compost de ave de corral y el sustrato comercial. Pero solo el peso de las plantas cultivadas en el sustrato que contenía 20% de compost de cama de ave de corral sin cama de stud se diferenció significativamente de las plantas cultivadas en los sustratos que contenían 100% y 50% de compost de cama de ave de corral (Tabla 3).

El peso fresco radicular de las plantas cultivadas en el sustrato comercial fue el de mayor valor y se diferenció de los demás tratamientos, seguido por los sustratos que contenían 20 % de compost de ave de corral (Tabla 3).

Los mayores pesos secos aéreos se encontraron en las plantas cultivadas en los sustratos con 20% de compost de ave de corral y el sustrato comercial sin diferencias significativas entre los mismos.

El peso seco radicular de las plantas cultivadas en el sustrato comercial se diferenció significativamente superando a los restantes (Tabla 3).

El peso seco radicular, peso fresco aéreo y radicular tuvieron una correlación negativa con la CE de los sustratos (-0,75, -0,72 y -0,78, respectivamente).

El diámetro del tallo de los plantines de Coral osciló entre 2,7 y 3,9 cm, con diferencias significativas entre tratamientos (Fig. 1a). El mayor valor del diámetro del tallo fue para las plantas cultivadas en los sustratos con 20% de compost de ave de corral sin cama de stud y el sustrato comercial, el tratamiento con el sustrato comercial se diferenció de los restantes.

Tabla 3. Peso fresco aéreo y radicular (PFA, PFR) y peso seco aéreo y radicular (PSA, PSR) de los plantines de Coral obtenidos en cada tratamiento.

CAC: Compost de cama de ave de corral; CAC+S: Compost de ave de corral + stud; P: pinocha; CP: Compost de corteza de pino.

Table 3. Aerial and radicular fresh weight (PFA, PFR), aerial and radicular dry weight (PSA, PSR) of Coral plants obtained in each treatment.

CAC: Chicken litter compost; CAC+S: Chicken litter compost + horse litter; P: Pine needle litter; CP: Pine bark compost.

Sustratos de cada tratamiento	PFA (g)		PFR (g)		PSA (g)		PSR (g)	
1. 100% CAC	8,7	e	4,5	bc	0,9	cd	0,4	bc
2. 50% CAC + 50% P	11,6	cd	5,2	bc	1,1	c	0,3	bc
3. 50% CAC + 25% CP y 25% P	11,8	bc	4,4	bc	1,1	bc	0,3	bc
4. 20% CAC + 40% CP y 40% P	15,4	a	5,8	b	1,6	a	0,4	b
5. 100% CAC+S	9,0	de	5,2	bc	0,8	de	0,2	cd
6. 50% CAC+S + 50% P	6,7	e	2,9	c	0,6	e	0,2	d
7. 50% CAC+S + 25% CP y 25% P	8,6	e	4,9	bc	0,8	de	0,3	cd
8. 20% CAC+S + 40% CP y 40% P	14,3	ab	5,7	b	1,4	ab	0,4	b
9. Sustrato comercial	14,2	abc	9,2	a	1,5	a	0,6	a

Promedios seguidos por letras distintas en la misma columna, difieren entre si al nivel P < 0,05 de significancia por el Test de Tukey.

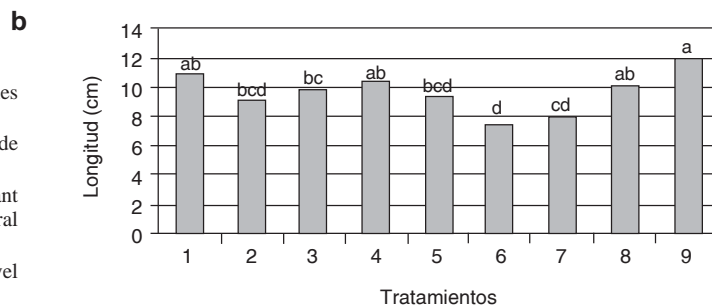
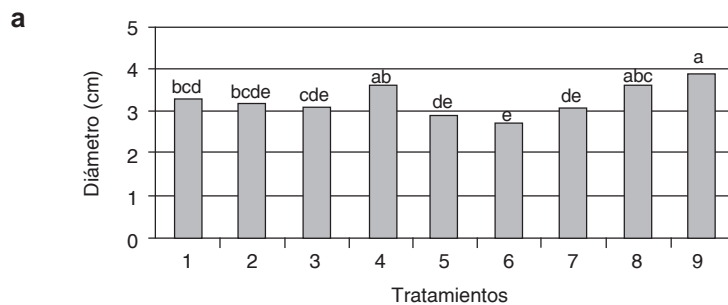


Figura 1. a) Diámetro promedio del tallo de los plantines de Coral por tratamiento.

b) Longitud promedio del tallo de los plantines de Coral por tratamiento.

Figure 1. a) Diameter average of the stem of Coral plant by treatment. b) Length average of the stem of Coral plants by treatment.

Letras distintas en cada barra difieren entre si al nivel P < 0,05 de significancia por el Test de Tukey.

La longitud del tallo de los plantines (Fig. 1b) osciló entre 7,5 y 12 cm. Los mayores valores correspondieron a las plantas cultivadas en sustrato comercial, los sustratos que contenían 100% de cama de ave de corral sin cama de stud y los que contenían 20% de compost de ave de corral con diferencias significativas con los demás tratamientos.

La tasa de crecimiento de las plantas correspondientes a los tratamientos con 100% y 50% de compost de ave de corral con cama stud fue la menor, esto se observó a los 21 días. Finalmente, a los 35 días las plantas cultivadas en el sustrato comercial tuvieron una tasa de crecimiento mayor, superando a las plantas cultivadas en los sustratos con 50% de compost de ave de corral más pinocha y 50% de compost de cama de ave de corral con cama de stud más corteza compostada y pinocha (Tabla 4).

DISCUSIÓN

Análisis físico de los sustratos

La densidad aparente de los sustratos evaluados fue adecuada y coincidente con el valor considerado como óptimo según Abad *et al.* (2001); Bunt (1988) y Ansorena (1994) quienes establecen que los sustratos utilizados en macetas deberían tener una densidad aparente menor a 0,4 kg m⁻³. La finalidad de lograr sustratos con baja densidad se debe a su facilidad de manejo y manipulación, como por ejemplo, al transportar, cargar las macetas o preparar el sustrato (Landis *et al.*, 1990).

Los porcentajes de materia orgánica encontrados estuvieron dentro de lo esperado. La materia orgánica

debería ser superior al 80% (Bunt, 1988; Ansorena, 1994; Abad *et al.*, 2001), pero según los materiales que forman parte de los sustratos se pueden encontrar desde 0 hasta un 90% (Valenzuela, 2006).

En cuanto al espacio poroso total, todos los sustratos tuvieron valores superiores al 80 %, siendo este valor el mínimo recomendable en un sustrato (Bures, 1997; Bunt, 1988; Abad *et al.*, 2004). La alta porosidad total no indica por sí misma si la textura y/o estructura del sustrato es buena, es necesario conocer la relación entre los poros con aire y con agua (Abad *et al.*, 2004). Los valores óptimos de poros con aire son entre 20 y 30% y de retención de agua entre 24 y 40 % (Bunt, 1988; Abad *et al.*, 2004). Por consiguiente, la capacidad de retención de agua de todas las formulaciones fueron óptimas, pero los porcentajes de porosidad de aire fueron altos. Los poros con aire son relativamente grandes, denominados macroporos y al ser las fracciones granulométricas las que tienen especial influencia sobre la porosidad (Landis *et al.*, 1990; Raviv & Lieth, 2008), posiblemente las partículas de compost de corteza de pino utilizadas en las formulaciones fueron grandes, por lo tanto, en las próximas formulaciones se debería pensar en utilizar partículas de menor tamaño.

Análisis químico de los sustratos

La gran mayoría de las especies cultivadas en sustratos crecen y se desarrollan en rangos de pH entre 5,5 a 6,3 (Handreck & Black, 2002). Los sustratos formulados con compost de ave de corral puros tuvieron valores de pH superiores a 6,3, pero las formulaciones se encontraron dentro del rango aceptable. Como el compost de corteza de pino y la pinocha tenían pH mas ácidos, al mezclarse

Tabla 4. Tasa de crecimiento de la longitud del tallo de los plantines de Coral de cada tratamiento desde los 7 hasta los 35 días.

CAC: Compost de cama de ave de corral; CAC+S: Compost de ave de corral + stud; P: pinocha; CP: Compost de corteza de pino.

Table 4. Rate of growth of the length of the stem of coral plants of each treatment from the 7 to the 35 days.

CAC: Chicken litter compost; CAC+S: Chicken litter compost + horse litter; P: Pine needle litter; CP: Pine bark compost.

Sustratos de cada tratamiento	Longitud del tallo (cm/7días)									
	7 días		14 días		21 días		28 días		35 días	
1. 100% CAC	0,3	b	1,6	a	1,6	abc	2,4	a	5,8	ab
2. 50% CAC + 50% P	0,3	b	1,3	a	1,3	abcd	2,1	ab	4,0	bc
3. 50% CAC + 25% CP y 25% P	0,2	b	1,5	a	1,6	ab	2,1	ab	4,4	abc
4. 20% CAC + 40% CP y 40% P	0,4	ab	1,5	a	1,7	ab	2,3	a	4,8	abc
5. 100% CAC+S	0,2	b	1,0	a	1,0	bcd	2,1	ab	5,0	abc
6. 50% CAC+S + 50% P	0,4	ab	0,9	a	0,8	d	1,2	a	3,4	c
7. 50% CAC+S + 25% CP y 25% P	0,3	b	1,3	a	0,7	cd	2,0	ab	3,4	c
8. 20% CAC+S + 40% CP y 40% P	0,2	b	1,8	a	1,3	abcd	2,4	a	4,8	abc
9. Sustrato comercial	0,7	a	1,6	a	2,0	a	2,5	a	6,4	a

Promedios seguidos por letras distintas en la misma columna, difieren entre sí al nivel P < 0,05 de significancia por el Test de Tukey.

con los compost beneficiaron el pH final de los sustratos formulados. Este resultado confirma que el pH final dependerá de la proporción de los componentes y su pH original, pero luego el pH es afectado por las prácticas de cultivo, especialmente el riego y la fertilización (Landis *et al.*, 1990).

En cuanto a la CE, un nivel inicialmente bajo de fertilidad es considerado un atributo deseable en los sustratos (Mastalerz, 1977). El laboratorio del IF recomienda en sustratos para cultivos CE menores a 1 dS m^{-1} (1+5 v/v). Todas las mezclas superan este valor, principalmente las formuladas con 50% de compost de ave de corral más stud, cuyo material puro contenía altos niveles salinos. Este compost estaba elaborado y conformado por un mayor porcentaje de guano de gallina con respecto al otro compost evaluado, y además contenía cama de stud o caballo. Las conductividades de ambos materiales eran de $4,78 \text{ dS m}^{-1}$ y $4,51 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente, lo que contribuyó a los altos niveles salinos del compost de ave de corral más stud.

Los menores valores de CE se hallaron en los tratamientos con 20% de compost de ave de corral, 50% de compost de ave de corral sin cama de stud más pinocha y el sustrato comercial. La incorporación de compost de corteza de pino y pinocha, cuyos niveles salinos son bajos, beneficiaron la CE final de la mezcla.

La concentración de los nutrientes analizados en todos los sustratos con compost puros fueron muy altas, coincidiendo con los altos valores de CE. Al disminuir el porcentaje de compost en cada mezcla disminuyó la concentración de cada nutriente. Ansorena (1994) atribuye al nitrato y al potasio como los principales causantes de la salinidad excesiva. Los nitratos no son fijados sobre la capacidad de intercambio, encontrándose en su totalidad en la solución y directamente disponibles, contribuyendo en gran medida a la salinidad del sustrato (Lemaire *et al.*, 2005). El potasio al encontrarse en altas concentraciones, provoca desequilibrios en otros elementos como el magnesio, pudiendo haber deficiencias de este último dadas por una relación de potasio y magnesio mayor a 3:1 (Bunt, 1988). Los altos niveles relativos de potasio en todos los sustratos, principalmente el puro y formulados con compost de ave de corral más stud tenían relaciones superiores (5,2:1 a 6,5:1). Es decir, que las concentraciones de nutrientes analizados fueron altas y se encontraron desequilibrios entre los mismos.

Evaluación de los parámetros morfológicos de las plantas

Las plantas desarrolladas en el sustrato comercial y en las formuladas con 20% de compost de ave de corral fueron las que lograron los mayores valores en todos los

parámetros morfológicos analizados. Estos resultados se obtuvieron principalmente porque los sustratos tuvieron pH adecuado y una CE cercana al límite aceptable. En cambio, las plantas cultivadas en los sustratos con 100% y 50% de compost de ave de corral más stud fueron las de menor desarrollo. Estos sustratos tenían altos niveles de sales, resultando tóxico para las plantas y reduciendo su crecimiento. Resultados similares obtuvo Julcaotiano *et al.* (2002) en la producción de plantines de café (*Coffea arabica*) usando un sustrato formulado con 40% de compost de ave de corral + 60% de tierra de bosque. El autor concluye que el compost de ave de corral tiene mayor riqueza nutricional que otros materiales orgánicos, especialmente en nitrógeno, favoreciendo el crecimiento de las plantas jóvenes y que al incrementar el porcentaje de gallinaza los resultados no fueron buenos debido a su alto contenido de sales.

CONCLUSIÓN

El compost de ave de corral podría ser una alternativa viable como componente de sustratos para plantas en maceta, aunque el mismo no podría ser usado en forma pura sino en mezclas con otros componentes.

La proporción de 20% de compost de ave de corral en las mezclas de sustrato, surgió como la más adecuada y permitió que las plantas de Coral se desarrollen óptimamente sin la necesidad de fertilización complementaria. Este beneficio permitiría reducir costos en la producción y problemas ambientales de contaminación debido a los residuos del fertilizante.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M; P Noguera & S Burés. 2001. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology* 77: 197-200.
- Abad, M; NP Noguera & C Carrion. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. Capítulo 4. Pp. 113-158. *En: Urrestarazu Gavilan M.* 2004. Tratado de cultivo sin suelo. Ed. Mundi-Prensa. 914 pp.
- Ansorena, MJ. 1994. Sustratos propiedades y caracterización. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 172 pp.
- Bunt, AC. 1988. Media and mixes for container-grown plants. Ed. Unwin Hyman. London. 309 pp.
- Burés, S. 1997. Sustratos. Ed. Agrotecnias. Madrid. 342 pp.
- De Boodt, M; O Verdonck & I Cappaert. 1974. Method for measuring the water release curve of organic substrates. *Acta Horticulturae* 37: 2054-2062.

- Handreck, K & N Black. 2002. Growing media for ornamental plants and turf. Third edition. Ed. A UNSW Press book. Australia. 542 pp.
- Fermino, MH. 2003. Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande Do Sul. 89 pp.
- Fitzpatrick, GE. 2005. Utilización de los compost en los sistemas de cultivo de plantas ornamentales, viveros y semilleros. Capítulo 6. Pp. 135-150. *En: Stoffella PJ & BA Kahn 2005. Utilización de Compost en los Sistemas de cultivo hortícola.* Ed. Mundi Prensa. Washington. USA. 397 pp.
- Julca-Otiniano, A; W. Solano-Arrue & R Crespo-Costa. 2002. Crecimiento de *Coffea arabica* variedad *Caturra* amarillo en almácigos con sustratos orgánicos en Chanchamayo, selva central del Perú. *Investigación Agraria: Prod. Prot. Veg.* 17(3): 353-365.
- Klock Moore, KA. 2000. Comparison of Salvia Growth in Seaweed Compost and Biosolids Compost. *Compost Science & Utilization* 8: 24-28.
- Landis, TD; RW Tinus; SE McDonald & JP Barnett. 1990. Contenedores y medios de crecimiento, Vol. 2. 88 pp. *En: Manual de viveros para Producción de especies forestales en contenedor.* Manual agrícola. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. 674 pp.
- Lemaire, F; A Dartigues; L Riviere; S Charpentier & P Morel. 2005. Cultivos en macetas y contenedores: Principios agronómicos y aplicaciones. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 110 pp.
- Mastalerz, JW. 1977. The greenhouse environment. New York. John Wiley and Sons. 629 pp.
- Mendonça, V; SE Araújo Neto; JD Ramos; R Pio & TCH Almeida Montijo. 2003. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro 'Sunrise solo'. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, 25(1): 127-130.
- Raviv, M & JH Lieth. 2008. Soilless culture: theory and practice. Ed. Elsevier. 587 pp.
- Rebottaro, S; D Carelli; E Rivero; D Ceballos & E Rienz. 2003. Importancia del mantillo forestal de pinos subtropicales en suelos de baja fertilidad. XI Congreso Forestal Mundial. Quebec, Canadá. Consultado: 14/05/10. Disponible en: www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0369-B4.htm
- Sterrent, SB. 2005. Los compost como sustratos para la horticultura en la producción de material de transplante. Capítulo 10. Pp. 227-241. *En: PJ Stoffella & BA Kahn. 2005. Utilización de Compost en los Sistemas de cultivo hortícola.* Ed. Mundi Prensa. Washington. USA. 397 pp.
- 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. 7 pp.
- Wilson, SB.; P J Stoffella & DA Graetz. 2002. Development of compost-based media for containerized perennials. *Scientia Horticulturae* 93(3-4): 311-320.