

Compost de guano de gallina en la composición de sustratos para la producción de plantines florales

Barbaro, L.A.; M.A. Karlanian, P.F. Rizzo, N.I. Riera, V. Della Torre, M. Beltrán y D.E. Crespo

RESUMEN

Se evaluaron sustratos formulados con distintas proporciones (20, 50 y 80%) de tres tipos de compost de guano de gallina (CGG₁, CGG₂, CGG₃) mezclados con compost de corteza de pino y un sustrato comercial. Los diez tratamientos fueron usados para el cultivo de plantines de *Impatiens walleriana* y *Salvia splendens*. Se caracterizó física y químicamente cada sustrato, y sobre los plantines se evaluó sobrevivencia, masa seca y calcio, magnesio, potasio y sodio en la hoja. Los sustratos con 20% y 50% de los tres CGG tuvieron la mayor capacidad de retención de agua, y con 80%, la mayor porosidad de aire. Los sustratos con 50% y 80% presentaron los más altos valores de pH ($\geq 6,6$), potasio y sodio. Para las mismas proporciones, CGG₂ y CGG₃ presentaron valores de CE $>1,1$ dS cm⁻¹. La mayor masa seca de los plantines se logró para el sustrato comercial, los sustratos con 20% de los tres CGG y con 50% de CGG₁. Estos sustratos exhibieron en las hojas una mayor concentración de calcio y magnesio, y menor de potasio. Las mejores características de sustratos para el desarrollo de los plantines evaluados se lograron en los sustratos con 20% de los tres CGG y con 50% del compost CGG₁.

Palabras clave: sustrato, compost de guano de gallina, plantines florales.

Barbaro, L.A.; M.A. Karlanian, P.F. Rizzo, N.I. Riera, V. Della Torre, M. Beltrán and D.E. Crespo, 2013. Poultry compost in the composition of substrates for flower seedlings production. Agriscientia 30 (1): 25-35

SUMMARY

Substrates formulated with different proportions (20, 50 and 80%) of three types of poultry compost (CGG₁, CGG₂, CGG₃) mixed with pine bark compost and commercial substrate were evaluated. The ten treatments were used to cultivate seedlings of *walleriana Impatiens* and *Salvia splendens*. Each substrate was characterised physically and chemically, and the survival, dry mass and calcium, magnesium, potassium and sodium in the leaf were evaluated in seedlings. Substrates with 20% and 50% among the three CGG presented the highest water retention capacity and, with 80% the highest air porosity. The substrates with 50% and 80% showed the highest values of pH (≥ 6.6), potassium and sodium. For the same proportions, CGG₂ and CGG₃ presented

CE values > 1.1 dS cm⁻¹. The highest dry weight of the seedlings was achieved with the commercial substrate, the substrates with 20% of the three CGG and with 50% of CGG₁. These substrates showed a higher concentration of calcium and magnesium, and a lower concentration of potassium in the leaves. The best characteristics of substrates for the development of the seedlings tested were achieved in the substrates with 20% of the three CGG and with 50% of compost CGG₁.

Key words: substrate, poultry compost, flower seedlings.

Barbaro L.A. y M.A. Karlanian: Instituto de Floricultura del INTA, De los Reseros y Las Cabañas, 1686 Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. P.F. Rizzo, N.I. Riera, V. Della Torre y D.E. Crespo: Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola del INTA, De los Reseros y Las Cabañas, 1686 Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. M. Beltrán: Instituto de Suelos del INTA, De los Reseros y Las Cabañas, 1686 Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. Correspondencia a L. A. Barbaro: lbarbaro@cnia.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

A través de los años se vienen evaluando diferentes materiales y mezclas, para lograr desarrollar un sustrato que posea las características apropiadas para el cultivo de plantas florales en macetas. En el mundo, el sustrato más común para tal fin es preparado con turba de *Sphagnum*, debido a sus mejores propiedades físicas y químicas, así como también por su baja velocidad de degradación (García-Gómez *et al.*, 2002). En la Argentina se continúa utilizando suelo, pero debido a las malas condiciones físicas y a la proliferación de patógenos no es recomendable utilizar este material en la formulación de sustratos (Ansorena Miner, 1994). Las desventajas del suelo mineral y el costo de la turba de calidad, junto con la menor disponibilidad de ambos materiales que se prevé en un futuro próximo debido a las limitaciones ambientales, hacen que sea necesario buscar materiales alternativos (Raviv *et al.*, 1986; Abad *et al.*, 2001).

Una de las alternativas actualmente estudiada en el mundo es el compost. Varios residuos y subproductos han sido utilizados como material para producir compost y evaluados como componentes de sustratos para la producción de plantas (Estévez-Schwarz *et al.*, 2009). Es así que los materiales compostados se han usado exitosamente para un amplio espectro de especies, desde plantines hortícolas y florales (Grigatti *et al.*, 2007; Hong *et al.*, 2010) hasta forestales (Landis & Morgan, 2009).

Uno de los compost que podría ser evaluado para su uso como componente de sustrato es el

compost de guano de gallina. Hoy la avicultura mundial se encuentra en constante crecimiento y la Argentina mantiene esta tendencia, debida al mayor grado de intensificación que han tenido estos sistemas productivos en los últimos años. Este hecho ha generado una gran acumulación de residuos orgánicos en áreas pequeñas, y el compostaje es un proceso que permitiría estabilizar este tipo de residuos para su reutilización en la agricultura (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina, 2010).

El compost de guano de gallina, en general, presenta pH alcalino y conductividad eléctrica elevada (Burés, 1997), y por tal motivo es conveniente mezclarlo con otros materiales de menor pH y niveles de sales. Entre estos materiales se encuentra el compost de corteza de pino, el cual es el producto final del compostado de cortezas provenientes de aserraderos y descortezadoras de madera (Burés, 1997). Generalmente tiene pH entre 4 y 7, baja conductividad eléctrica (0,1 – 0,6 dS cm⁻¹) y sus propiedades físicas, como porosidad total, retención de agua, porosidad de aireación entre otras, varían según el tamaño de partícula (Burés, 1997; Villa Castillo, 2004). También es un material empleado como supresor de algunos patógenos, entre ellos, *Phytophthora* y *Rhizoctonia* (Nelson & Hoitink, 1982; Spencer & Benson, 1982).

Para obtener un sustrato de calidad se deben tener en cuenta una serie de propiedades que dependerán del sistema del cultivo, especie y condiciones climáticas. En este sentido, las principales propiedades físicas que requiere un buen sustrato

son densidad adecuada y buena distribución de las partículas para obtener una óptima distribución del tamaño de los poros y, como consecuencia, el porcentaje que contendrá de aire y agua (Fonteno, 1999; Raviv & Lieth, 2008). Una correcta aireación aportará oxígeno al sistema radicular y permitirá la evacuación del gas carbónico producido por las raíces y microorganismos (Lemaire *et al.*, 2005). Por otro lado, una adecuada proporción de poros con capacidad de retención hídrica permitirá a la planta obtener el agua y los nutrientes necesarios para su desarrollo. Entre las principales propiedades químicas responsables de la calidad del sustrato se mencionan al pH y la conductividad eléctrica (Handreck & Black, 2002). Es recomendable que el sustrato presente un pH entre 5,5 y 6,8, para que los nutrientes se encuentren disponibles, y una baja conductividad eléctrica, para que no existan problemas de toxicidad por sales (Landis *et al.*, 2000).

Una vez realizada la caracterización física y química del sustrato, para considerar que se encuentra en condiciones de ser utilizado, se deberá pasar a una próxima etapa, en donde se evaluará su capacidad de producir plantas en condiciones óptimas. Para esto se recomienda realizar ensayos de crecimiento vegetal con diversas especies (Abad *et al.*, 1993).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de diferentes sustratos formulados con distintas proporciones de compost de guano de gallina y compost de corteza de pino mediante el desarrollo de plantines de coral (*Salvia splendens* L.) y alegría del hogar (*Impatiens walleriana hybrids* Hook. f.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Compost, sustratos formulados y sustrato comercial

Los compost de guano de gallina evaluados fueron elaborados en el Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA) del INTA durante un período de 83 días. El residuo avícola a procesar fue obtenido de gallinas ponedoras en producción criadas en galpones automatizados con instalaciones tipo Zucami, situados en una granja en la localidad de Mercedes (Buenos Aires, Argentina).

La mezcla inicial de cada compost de guano de gallina (CGG) evaluado estaba compuesta por los siguientes materiales:

Compost de guano de gallina 1 (CGG₁): 40% guano de gallinas ponedoras, 20% marlo de maíz triturado, 20% de aserrín y 20% viruta.

Compost de guano de gallina 2 (CGG₂): 60%

guano de gallinas ponedoras, 20% marlo de maíz triturado y 20% de aserrín.

Compost de guano de gallina 3 (CGG₃): 60% de guano de gallinas, 30% de marlo de maíz entero y 10% de marlo de maíz triturado.

Cada mezcla inicial fue homogeneizada con un mezclador con capacidad para 0,50 m³, para luego armar una pila de 2 m³ con 1 m de altura. Las pilas fueron aireadas manualmente cada 3 días durante la fase mesófila y termófila, y cada 5 días durante la fase de enfriamiento y maduración. El contenido de humedad se mantuvo en un 60% mediante riego manual. Semanalmente, durante el proceso de compostaje en tres puntos equidistantes se midió la temperatura de cada pila (Figura 1).

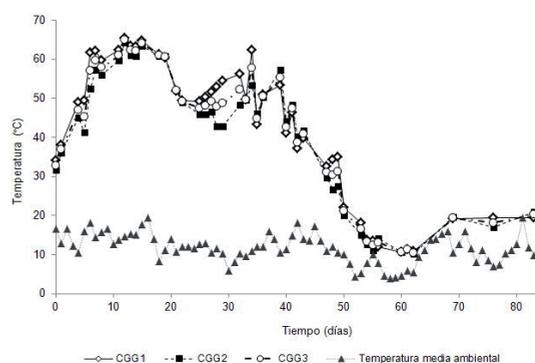


Figura 1. Temperaturas registradas durante el proceso de compostaje de los tres compost de guano de gallina (CGG).

En la Tabla 1 se presentan las propiedades físicas y químicas analizadas a los compost utilizados. Según los límites establecidos por TMECC (2001) e Iglesias Jiménez *et al.* (2008), cuyos valores de relación carbono/nitrógeno (C/N) deben ser menor a 20, el índice respirométrico estático (IRE_{MO}) menor a 0,5 mg O₂ g⁻¹ MO h⁻¹ y la relación amonio/nitrato (N-NH₄₊/N-NO₃₋) menor a 0,16, los tres compost de guano de gallina se encontraban estables y maduros.

Cada compost de guano de gallina fue mezclado en 20, 50 y 80% con compost de corteza de pino (CP). Los nueve sustratos formulados fueron evaluados junto a un sustrato comercial utilizado como testigo, formulado con turba *Sphagnum* como principal componente, además de compost de corteza de pino, vermiculita y perlita (Tabla 1).

Cada sustrato conformó un tratamiento: 1) 80% CGG₁ + 20% CP; 2) 50% CGG₁ + 50% CP; 3) 20% CGG₁ + 80% CP; 4) 80% CGG₂ + 20% CP; 5) 50% CGG₂ + 50% CP; 6) 20% CGG₂ + 80% CP; 7) 80% CGG₃ + 20% CP; 8) 50% CGG₃ + 50% CP; 9) 20% CGG₃ + 80% CP; 10) sustrato comercial.

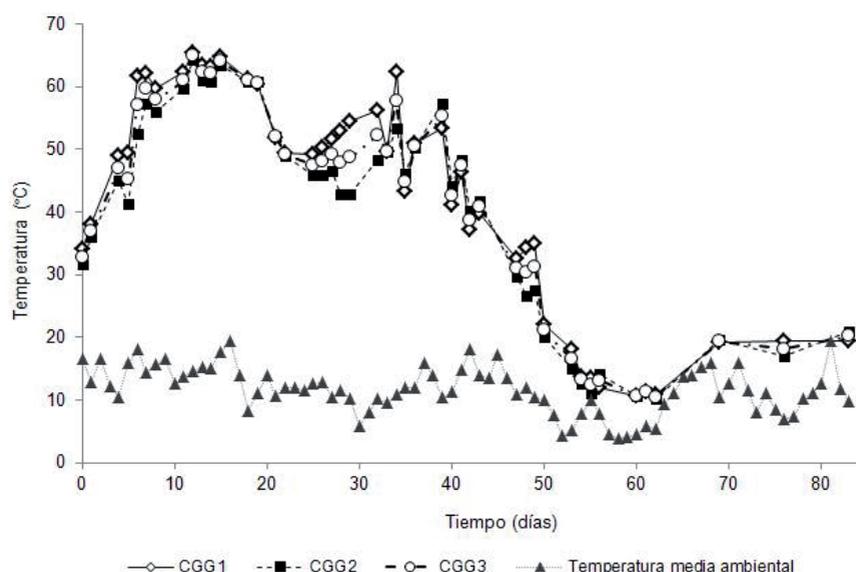


Figura 1. Temperaturas registradas durante el proceso de compostaje de los tres compost de guano de gallina (CGG).

Tabla 1. Relación carbono/nitrógeno (C/N), amonio/nitrato ($\text{N-NH}_4^+/\text{N-NO}_3^-$), índice respirométrico estático (IRE_{MO}), densidad aparente (Dap), espacio poroso total (EPT), capacidad de retención de agua (CRA), poros con aire (PA), materia orgánica (MO), pH, conductividad eléctrica (CE), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) de los compost de guano de gallina 1, 2 y 3 (CGG₁, CGG₂ y CGG₃), del compost de corteza de pino (CP) y del sustrato comercial.

Variables	Unidades	CGG ₁	CGG ₂	CGG ₃	CP	Sustrato comercial
C/N		14,4	13,6	18,1		
$\text{N-NH}_4^+/\text{N-NO}_3^-$	mg g^{-1}	0,002	0,006	0,004		
IRE_{MO}	$\text{mg O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ MO h}^{-1}$	0,25	0,45	0,37		
Dap	kg m^{-3}	400	500	500	180	450
EPT	%	78	72	73	88	87
CRA	%	42	46	46	33	51
PA	%	36	26	27	46	36
MO	%	84	87	87	75	56
pH		8,8	9,0	8,7	4,3	5,1
CE	dS m^{-1}	1,4	2,0	2,7	0,17	0,9
Ca	g L^{-1}	0,82	0,98	2,21	0,009	7,0
Mg	g L^{-1}	0,25	0,35	0,47	0,02	2,4
K	g L^{-1}	6,56	8,7	11,35	0,355	8,7
Na	g L^{-1}	2,01	3,39	2,88	0,16	5,0

Análisis de los sustratos, compost y agua para el riego

Se elaboraron 200 litros de cada sustrato formulado y se guardó en una bolsa de polietileno negra. Se tomaron muestras de todos los sustratos abriendo sus respectivas bolsas y pasando su contenido a través de un tamiz con una malla de 20 mm x 20 mm. Finalmente se mezcló todo el contenido de la bolsa para homogeneizar el lote. Se trazaron dos líneas oblicuas a cada lote tomando 10 litros de dos cuartos opuestos, conformando una muestra de 20 litros.

A cada muestra se le ajustó el porcentaje de humedad a un 50% (± 2) y se analizaron los siguientes parámetros por triplicado en el laboratorio de

sustratos y aguas del Instituto de Floricultura:

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 una relación 1+5 vol/vol de compost/agua (Barbaro *et al.*, 2011). La concentración de calcio, magnesio, potasio y sodio en g L^{-1} de sustrato, fueron analizados en el filtrado de la solución 1+5 vol/vol con un espectrofotómetro de absorción atómica (Varian modelo 220 A) y los nitratos con electrodo ión selectivo (Orion modelo 920 A).

A los tres compost de guano de gallina, además de los análisis mencionados, se les analizó: relación carbono/nitrógeno (C/N) con los métodos de

Walkey y Black para carbono y Kjeldhal para nitrógeno; amonio/nitrato ($\text{N-NH}_4^+/\text{N-NO}_3^-$) mediante el método de micro destilación (Bremner, 1965) y el índice respirométrico estático basado en el contenido de materia orgánica (IRE_{MO}) (Barrena Gómez *et al.*, 2006).

Para analizar el agua para el riego se tomó una muestra de medio litro en un recipiente limpio y enjuagado tres veces con el agua a analizar, luego de dejar correr el agua de la canilla cinco minutos. El análisis se realizó directamente sobre la muestra, y los parámetros fueron: pH y CE con un multiparamétrico (Horiba modelo F-54 BW); calcio, magnesio, potasio y sodio con un espectrofotómetro de absorción atómica (Varian modelo 220 A); nitratos con electrodo ión selectivo (Orion modelo 920 A); cloruros y bicarbonatos por titulación. El análisis se realizó en el laboratorio de sustratos y agua para riego del Instituto de Floricultura.

Ensayos con plantas florales

Los ensayos se realizaron en un invernáculo del Instituto de Floricultura del INTA (Hurlingham, Buenos Aires, República Argentina).

Cada ensayo estaba conformado por 10 tratamientos (nueve sustratos formulados con compost de guano de gallina y un sustrato comercial) con cinco repeticiones.

Se utilizaron: a) plantines de coral (*Salvia splendens* L.) var. Rojo y b) alegría de hogar (*Impatiens walleriana hybrids* Hook. f.) var. Accent Pink Imp. Ambas especies se trasplantaron el 17/11/11 en macetas de 13 cm de diámetro con capacidad para 900 mL de sustrato. El riego se realizó según demanda con agua de pozo, la misma que utilizan los productores de la zona, con un pH de 7,18; CE, 0,79 dS m^{-1} ; nitratos, 7,7 mg L^{-1} ; calcio, 10,3 mg L^{-1} ; magnesio, 7,5 mg L^{-1} ; potasio, 12,1 mg L^{-1} ; sodio, 144,6 mg L^{-1} ; cloruros, 24,3 mg L^{-1} y bicarbonatos, 427 mg L^{-1} .

Las temperaturas mínimas y máximas promedio registradas en el invernáculo durante ambos ensayos fueron de 15,2 °C y 35,9 °C respectivamente.

En los dos ensayos se fertilizó durante todo el ciclo sólo al tratamiento con sustrato comercial con un fertilizante compuesto 18-18-18 (NPK) con microelementos quelatados (0,02% Cu, 0,05% Fe, 0,05% Mn, 0,001% Mo, 0,02% Zn). Las dosis fueron de 100 mg L^{-1} de N-P-K en la primera semana, 150 mg L^{-1} de N-P-K en la segunda, 200 mg L^{-1} de N-P-K en la tercera y finalmente, dos veces por semana con 200 mg L^{-1} de N-P-K en las restantes semanas. En estas últimas semanas también

se fertilizó con la misma dosis a los tratamientos con sustratos formulados con 20% de compost de guano de gallina.

El ensayo con plantines de coral finalizó a los 34 días y con plantines de alegría del hogar a los 28 días desde el trasplante. En ese momento, a cinco plantines por tratamiento se les midió la materia seca de la parte aérea y radicular (secado en estufa a 60 °C hasta peso constante) expresado en unidades de masa. Además, se realizó un análisis químico a la materia seca aérea obtenida en cada tratamiento. Para esto, cada muestra fue molida, se pesaron 0,20 g de material molido y se colocó en un crisol de porcelana 25 ml de capacidad. Se introdujo el crisol con el material molido en un horno de mufla a 500° C durante 4 h; cuando bajó la temperatura del horno de mufla se retiró el crisol con las cenizas, se agregaron 20 ml de HCl 2N y se llevó a ebullición durante 2 min. Se trasvasó el contenido del crisol a una probeta y se llevó a un volumen final de 50 ml con agua destilada; finalmente se trasvasó todo a un tubo de ensayo. En la solución resultante del tubo de ensayo se analizó la concentración de calcio, magnesio, potasio y sodio en g kg^{-1} , con un espectrofotómetro de absorción atómica (Varian modelo 220 A).

Análisis estadísticos

En los ensayos con plantas el diseño experimental fue completamente aleatorizado con cinco repeticiones por cada tratamiento.

Tanto a las variables medidas a los sustratos como a los plantines florales, se les realizó análisis de varianza y test de Tukey ($P < 0,05$) para comparación de medias. El software estadístico utilizado fue el programa InfoStat versión 2009 (Di Rienzo *et al.*, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis realizados a los sustratos

La densidad aparente (Tabla 2) de cada sustrato superó el rango establecido como óptimo, menor a 400 kg m^{-3} (Ansorena Miner, 1994; Abad *et al.*, 2001). Una densidad más baja permitiría un manejo menos dificultoso en cuanto al traslado del sustrato, transporte y relleno de las macetas (Handreck & Black, 2002; Kämpf, 2005).

El espacio poroso total (Tabla 2) de todos los sustratos superó el valor óptimo de 80% (Bunt, 1988; Ansorena Miner, 1994; Burés, 1997; Abad *et al.*, 2001, 2004). Hubo diferencias significativas en-

Tabla 2. Densidad aparente (Dap), espacio poroso total (EPT), porosidad de aireación (PA), capacidad de retención de agua (CRA), pH y conductividad eléctrica (CE) de los sustratos evaluados.

Sustratos	Dap		EPT		PA		CRA		pH		CE	
	(kg m ⁻³)		(%)		(%)		(%)			(dS m ⁻¹)		
CGG ₁ 20% + CP 80%	590	a	86	cd	45	de	40	cd	6,3	g	0,8	f
CGG ₁ 50% + CP 50%	580	ab	85	de	42	efg	43	bc	7,0	e	1,0	e
CGG ₁ 80% + CP 20%	550	bcd	89	a	57	a	32	f	7,9	c	1,1	d
CGG ₂ 20% + CP 80%	540	cde	85	d	44	ef	41	bcd	6,6	f	1,0	e
CGG ₂ 50% + CP 50%	530	de	84	ef	40	g	44	b	7,4	d	1,3	c
CGG ₂ 80% + CP 20%	560	bcd	87	b	49	cd	39	d	8,2	b	1,6	b
CGG ₃ 20% + CP 80%	520	e	87	b	36	h	51	a	6,6	f	1,0	de
CGG ₃ 50% + CP 50%	540	de	83	f	40	fg	42	bc	7,6	d	1,6	b
CGG ₃ 80% + CP 20%	570	abc	87	b	53	b	34	ef	8,3	a	2,1	a
Sustrato comercial	570	abc	87	bc	51	bc	36	e	5,1	h	1,1	de

Letras distintas entre filas de una misma columna indican diferencias significativas según el Test de Tukey ($p < 0,05$). CGG: Compost de guano de gallina CP: Compost de corteza de pino.

tre los sustratos ($p < 0,0001$): aquellos formulados con 80% de los tres CGG fueron los de mayor porosidad total, seguidos por los formulados con 20% de los tres CGG. El sustrato con 80% de CGG₁, superó estadísticamente a los restantes sustratos.

La relación entre los poros con aire y con agua permite valorar la textura y/o estructura del sustrato (Abad *et al.*, 2004). Los sustratos con 20% y 50% de los tres compost de guano de gallina tuvieron los mayores porcentajes de la capacidad de retención de agua (Tabla 2); en el sustrato con 20% de CGG₃ se observó el mayor valor ($p < 0,0001$). La porosidad de aireación (Tabla 2), fue mayor en los sustratos formulados con 80% de los tres CGG, en particular para el sustrato con 80% de CGG₁, que superó significativamente ($p < 0,0001$) a los demás sustratos.

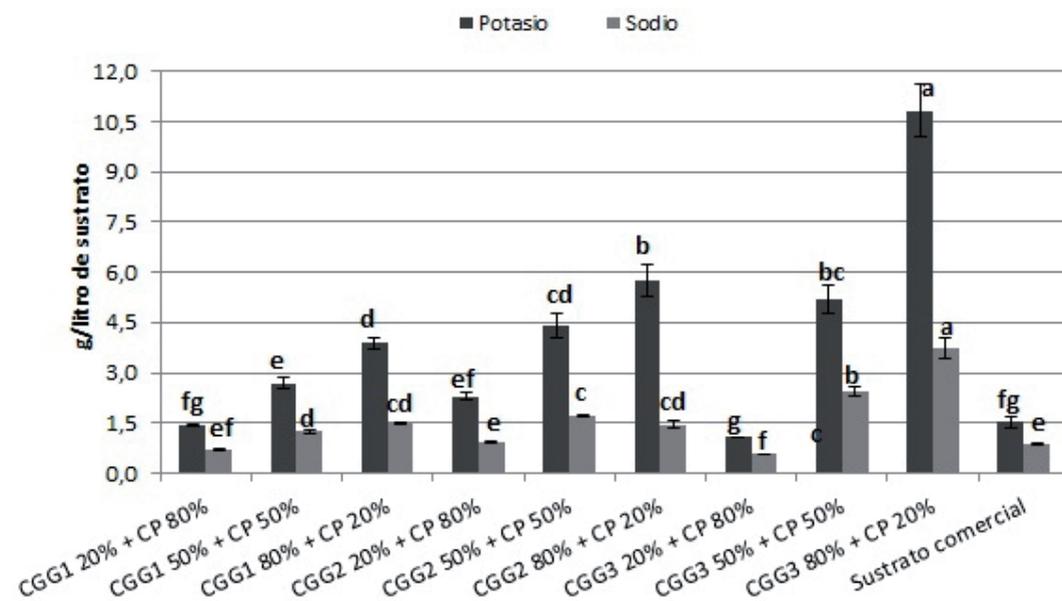
Estos resultados sugieren que los compost de guano de gallina evaluados aportaron aireación al sustrato y menor capacidad de retención de agua. Sin embargo, considerando los rangos óptimos según Bunt (1988) y Abad *et al.* (2004) (PA: 20-30%; CRA: 24-40%), todos los sustratos presentaron adecuada capacidad de retención de agua y alto porcentaje de poros con aire.

En cuanto a los valores de pH (Tabla 2), los sustratos con 80% de los tres CGG tuvieron los valores más altos (7,9-8,3), seguidos por aquellos con 50% (7,0-7,6), superando el rango óptimo establecido para la mayoría de las especies cultivadas en sustratos según Handreck & Black (2002) (pH entre 5,5 y 6,3). Los sustratos con 20% de los tres CGG y el sustrato comercial se encontraron cercanos o dentro de este rango. El pH tiene gran influencia sobre la disponibilidad de los nutrientes, y algunos de éstos se encuentran más disponibles que otros según su valor (Bunt, 1988; Ansorena Miner, 1994; Burés, 1997). Según estudios realizados por Peterson (1982), en sustratos orgánicos, fósforo, hierro, manganeso, boro, zinc y cobre aumentan su dispo-

nibilidad con la disminución del pH, mientras que calcio y magnesio, aumentan su disponibilidad con el incremento del pH. Por lo tanto, el compost de guano de gallina por haber tenido altos valores de pH (mayor a 8,0), incrementó el pH de los sustratos en forma creciente con el aumento del porcentaje de compost usado en la formulación, aumentando la disponibilidad de calcio y magnesio.

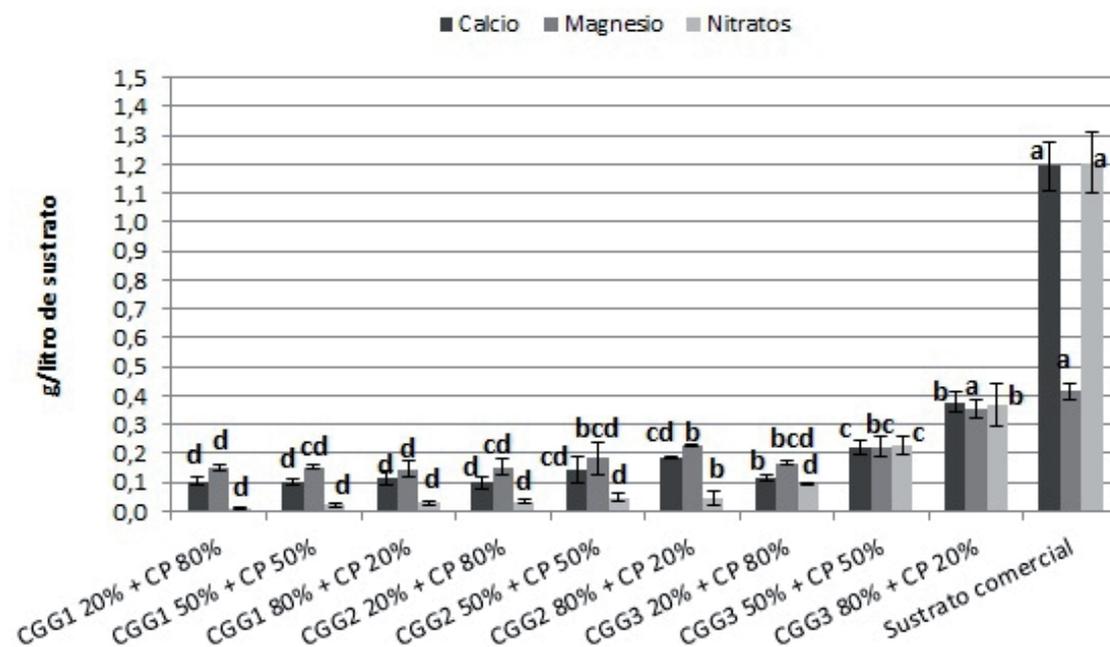
Excepto los sustratos con 50% y 80% de CGG₂ y CGG₃, que presentaron valores de CE superiores a 1 dS cm⁻¹ (1,3 a 2,1 dS cm⁻¹), los restantes sustratos tuvieron valores cercanos al límite (Tabla 2). El sustrato con 80% de CGG₃, se diferenció estadísticamente de todos los sustratos por su mayor valor ($p < 0,0001$). Valores menores a 1dS cm⁻¹ son recomendables para su uso. Si el sustrato supera este valor, podría haber problemas de salinidad, los cuales dependerán de la edad de la planta, condiciones ambientales, prácticas de manejo y característica de la especie (Abad *et al.*, 2004).

En cuanto al contenido de nutrientes, según los valores de referencia del Instituto de Floricultura del INTA, los niveles de potasio y sodio (Figura 2) fueron aceptables para el sustrato comercial y los sustratos con 20% de CGG₁ y CGG₃, pero los restantes sustratos tuvieron niveles altos de ambos elementos. En especial, el sustrato con 80% de CGG₃, el cual se diferenció estadísticamente de los demás sustratos ($p < 0,0001$). Los niveles de potasio en los sustratos con compost de guano de gallina fueron altos en relación a los demás macronutrientes analizados. Las concentraciones de potasio reportados en compost varían entre 0,7 a más de 12 g kg⁻¹, con una media de 5,4 g kg⁻¹ (Zhenli *et al.*, 2005); los niveles de potasio de los CGG₁, CGG₂ y CGG₃ fueron de 9,37 g kg⁻¹, 12,43 g kg⁻¹ y 14,68 g kg⁻¹ respectivamente, es decir, superiores a los valores medios. Valores similares se encuentran en los compost de residuos de la elaboración cerveza (levadura y malta) + restos de poda de li-



Letras distintas entre barras de un mismo color indican diferencias significativas según el Test de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticales en cada punto indican intervalo de confianza de 95%. CGG: Compost de guano de gallina CP: Compost de corteza de pino.

Figura 2. Concentración de potasio y sodio de los sustratos evaluados.



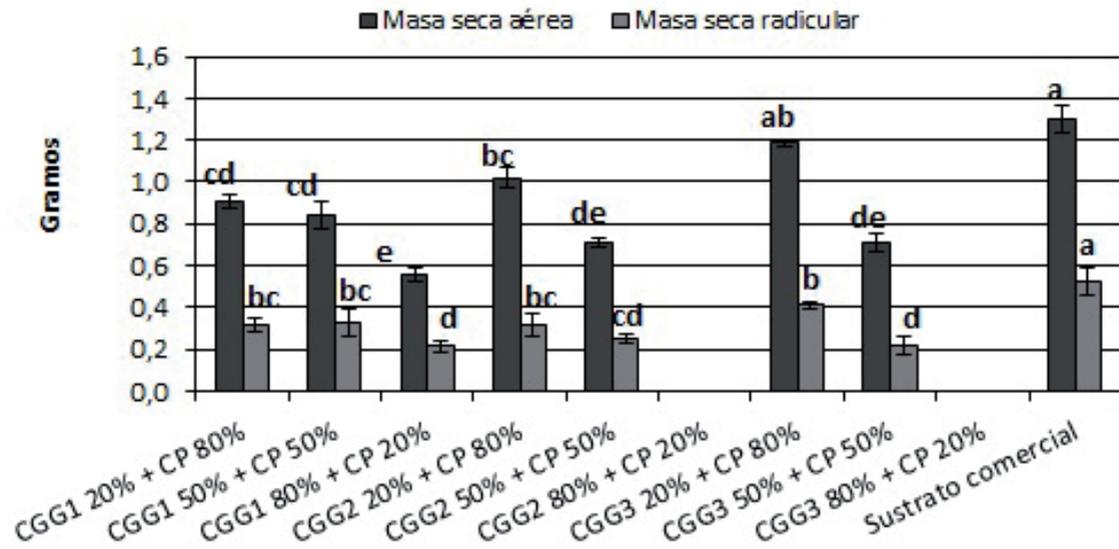
Letras distintas entre barras de un mismo color indican diferencias significativas según el Test de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticales en cada punto indican intervalo de confianza de 95%. CGG: Compost de guano de gallina CP: Compost de corteza de pino.

Figura 3. Concentración de calcio, magnesio y nitratos de los sustratos evaluados.

moneros, con $8,5 \text{ g kg}^{-1}$ de potasio y compost de residuos de oliva + hojas de oliva, con $12,6 \text{ g kg}^{-1}$ de potasio (García-Gómez *et al.*, 2002).

Los niveles de nitrato, calcio y magnesio (Figura 3) fueron aceptables, según los valores de refe-

rencia del Instituto de Floricultura del INTA, para el sustrato comercial y bajos para los demás sustratos. El sustrato comercial se diferenció por la mayor concentración de nitrato y magnesio con los restantes ($p < 0,0001$). Los sustratos comerciales



Letras distintas entre barras de un mismo color indican diferencias significativas según el Test de Tukey ($p < 0,05$). Barras verticales en cada punto indican intervalo de confianza de 95%. CGG: Compost de guano de gallina CP: Compost de corteza de pino. La ausencia de columnas se debió a la mortandad de las plantas.

Figura 4. Masa seca aérea y radicular de las plantas de coral de cada sustrato evaluado.

tienen una carga de macro y micronutrientes más equilibrada que permiten un crecimiento inicial rápido, y en algunos casos es suficiente para nutrir a la planta en todo el período de almácigo (Favaro *et al.*, 2002); en los siguientes períodos se recomienda fertilizar según los requerimientos de la planta.

Ensayo con plantines florales

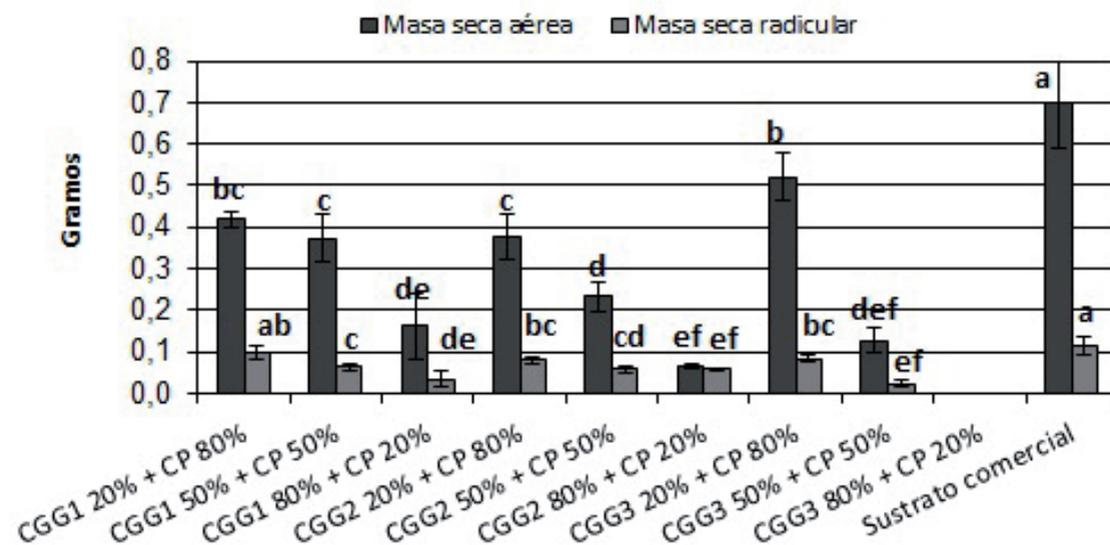
Los plantines de coral (Figura 4) desarrollados en el sustrato comercial lograron la mayor masa seca aérea y radicular (1,30 g y 0,53 g), diferenciándose de los restantes sustratos ($p < 0,0001$ y $p < 0,0001$), seguido por los plantines desarrollados en el sustrato con 20% de CGG₁ (0,91 g y 0,32 g), CGG₂ (1,02 g y 0,32 g), CGG₃ (1,19 g y 0,41 g) y con 50% de CGG₁ (0,84 g y 0,32 g).

Resultados similares se obtuvieron en el ensayo con plantines de alegría del hogar (Figura 5): los desarrollados en el sustrato comercial alcanzaron una mayor masa seca aérea y radicular (0,70 g y 0,12 g) diferenciándose de los restantes sustratos ($p < 0,0001$ y $p < 0,0001$), seguido por los plantines desarrollados en el sustrato con 20% de CGG₁ (0,42 g y 0,096 g), CGG₂ (0,38 g y 0,079 g), CGG₃ (0,52 g y 0,082 g) y con 50% de CGG₁ (0,37 g y 0,063 g).

Los sustratos con 50% de CGG₂ y CGG₃ y con 80% de CGG₁, CGG₂ y CGG₃ tenían CE mayores a

1 dS m⁻¹. Los plantines de coral desarrollados en los sustratos con 80% de CGG₂ y CGG₃, y los plantines de alegría del hogar desarrollados en los sustratos con 80% de CGG₃ murieron a los 3 días después trasplante; los plantines de coral murieron a partir de CE de 1,6 dS m⁻¹, mientras que los de alegría del hogar lo hicieron a partir de 2 dS m⁻¹. Griggatti *et al.* (2007) utilizaron distintos porcentajes de compost de restos de poda y lodo de depuradora para producir plantines de salvia (*Salvia splendens* L.), begonia (*Begonia semperflorens hybridus*), tagete (*Tagete erecta* L.) y mimulus (*Mimulus luteus* L.), y también observaron que los plantines de mejor calidad eran los de aquellos sustratos que tenían una CE menor de 1 dS m⁻¹. Esto demuestra la importancia de la CE al formular un sustrato.

En el análisis químico de la masa seca aérea se observó que en los plantines de coral (Tabla 3) y de alegría del hogar (Tabla 4) desarrollados en el sustrato comercial, y en los que contenían 20% de los tres CGG, se tuvo una mayor concentración de calcio y magnesio y una menor concentración de potasio. Los análisis de la masa seca aérea de los plantines en los sustratos con 80% y 50% de los tres CAV dieron mayor contenido de potasio pero menor de calcio y magnesio. Estos resultados sugieren que hubo consumo de lujo de potasio e inhibición de absorción de Ca y Mg (Bunt, 1988). Resultados similares encontraron Bustamante *et al.* (2008) y Carmona *et al.* (2012) debido a una mayor



Letras distintas entre barras de un mismo color indican diferencias significativas según el Test de Tukey ($p < 0,05$). Barras verticales en cada punto indican intervalo de confianza de 95%. CGG: Compost de guano de gallina CP: Compost de corteza de pino. La ausencia de columnas se debió a la mortandad de las plantas.

Figura 5. Masa seca aérea y radicular de las plantas de alegría del hogar de cada sustrato evaluado.

Tabla 3. Contenido de calcio, magnesio, potasio y sodio de la masa seca aérea de las plantas de coral de cada sustrato evaluado.

Sustratos	Calcio (g kg^{-1})		Magnesio (g kg^{-1})		Potasio (g kg^{-1})		Sodio (g kg^{-1})	
CGG ₁ 20% + CP 80%	2,9	bc	2,3	bc	21,7	d	17,6	cd
CGG ₁ 50% + CP 50%	2,4	bcd	2,0	c	33,1	bc	19,3	bc
CGG ₁ 80% + CP 20%	2,0	cd	2,0	c	35,5	bc	22,0	a
CGG ₂ 20% + CP 80%	3,2	ab	3,1	ab	32,9	bc	20,5	ab
CGG ₂ 50% + CP 50%	1,7	d	2,1	c	39,6	ab	22,1	a
CGG ₂ 80% + CP 20%	SP		SP		SP		SP	
CGG ₃ 20% + CP 80%	2,6	bcd	2,4	bc	31,6	c	19,1	bc
CGG ₃ 50% + CP 50%	1,9	cd	2,2	bc	44,8	a	22,4	a
CGG ₃ 80% + CP 20%	SP		SP		SP		SP	
Sustrato comercial	4,2	a	3,5	a	23,4	d	15,8	d

Letras distintas entre filas de una misma columna indican diferencias significativas según el Test de Tukey ($p < 0,05$). CGG: Compost de guano de gallina CP: Compost de corteza de pino. SP: Sin plantas por mortandad.

Tabla 4. Contenido de calcio, magnesio, potasio y sodio de la masa seca aérea de las plantas de alegría del hogar de cada sustrato evaluado

Sustratos	Calcio (g kg^{-1})		Magnesio (g kg^{-1})		Potasio (g kg^{-1})		Sodio (g kg^{-1})	
CGG ₁ 20% + CP 80%	3,56	b	3,95	b	30,18	e	22,18	cd
CGG ₁ 50% + CP 50%	2,44	c	2,91	c	49,71	cd	25,64	abc
CGG ₁ 80% + CP 20%	2,04	de	1,94	de	67,59	ab	29,96	ab
CGG ₂ 20% + CP 80%	2,96	bc	3,42	bc	43,09	d	23,15	cd
CGG ₂ 50% + CP 50%	1,93	de	2,08	de	59,29	bc	25,38	bc
CGG ₂ 80% + CP 20%	1,78	e	1,86	d	73,43	a	30,37	a
CGG ₃ 20% + CP 80%	2,87	cd	3,43	bc	40,78	d	23,41	cd
CGG ₃ 50% + CP 50%	2,71	c	2,14	de	64,91	ab	22,09	cde
CGG ₃ 80% + CP 20%	SP		SP		SP		SP	
Sustrato comercial	4,39	a	5,6	a	29,70	e	18,78	de

Letras distintas entre filas de una misma columna indican diferencias significativas según el Test de Tukey ($p < 0,05$). CGG: Compost de guano de gallina CP: Compost de corteza de pino. SP: Sin plantas por mortandad.

proporción de compost de orujo de uva en el sustrato usado para producir plantines de melón (*Cucumis melo* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.), brócoli (*Brassica oleracea* L.), acelga (*Beta vulgaris* L.) y cilantro (*Coriandrum sativum* L.).

Los resultados confirman las conclusiones de Carmona *et al.* (2012), quienes mencionan a la alta salinidad y a la baja capacidad de retener agua de la mayoría de los compost como unas de sus principales desventajas, y por lo cual es necesario mezclar con otros materiales para formular un sustrato. Los sustratos formulados con menor porcentaje (20%) de CGG₁, CGG₂ y CGG₃, y con 50% de CGG₁, fueron los de mayor capacidad de retención de agua y menor salinidad, y favorecieron el desarrollo de los plantines de coral y alegría del hogar.

El CGG₁ fue elaborado a partir de una mezcla con 40% de guano de gallina; en cambio, los demás compost contenían un 60%, y este mayor porcentaje incrementó la CE del compost elaborado. Es decir, que la alta salinidad del CAV se podría corregir disminuyendo el porcentaje de guano de gallina en la mezcla inicial, lo que permitiría utilizar el compost elaborado en mayores porcentajes en formulaciones de sustratos.

CONCLUSIONES

El compost de guano de gallina puro con CE de 1,4 a 2,7 dS m⁻¹ y pH de 8 a 9, puede ser utilizado hasta un 20% en formulaciones de sustratos compuestos por otros materiales ácidos y de baja salinidad, como el compost de corteza de pino. Si poseen una CE menor a 1,4 y pH menor a 8, podría utilizarse hasta un 50%, también en formulaciones con materiales ácidos y de baja salinidad.

Si la mezcla formulada para compostar contiene 40% o menos de guano de gallina, permitiría obtener un compost con menor salinidad.

Con respecto a las propiedades físicas, el compost de guano de gallina aporta aireación al sustrato, por lo tanto, se debería equilibrar con materiales que contribuyan a una mayor capacidad de retención de agua para una mejor relación de poros con agua y aire. Bajo estas condiciones, se podrán obtener plantines de coral y alegría del hogar con características óptimas, similares a las obtenidas en un sustrato comercial.

La viabilidad de utilizar el compost de guano de gallina en mezclas de sustrato para producir plantines florales permite tener otro campo de aplicación para su uso, además de emplearlo en la agricultura como abono y enmienda orgánica de suelos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M.; P.F. Martínez, M.D. Martínez y J. Martínez, 1993. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. *Actas de Horticultura* 11: 141-154.
- Abad, M.; P. Noguera and 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.; P. Noguera y C. Carrion, 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. Capítulo 4. En: Urrestarazu Gavilan M. (eds.). *Tratado de cultivo sin suelo*. Ed. Mundi Prensa. España. pp. 113-158.
- Ansorena Miner, J., 1994. *Sustratos propiedades y caracterización*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 172 pp.
- Barbaro, L. A.; M. A. Karlanian, S. Imhoff y D. E. Morisigue. 2011. Caracterización de la turba subtropical del departamento Islas del Ibicuy (Entre Ríos, Argentina). *Agriscientia*, 28 (2): 137-145
- Barrena Gómez, R.; F. Vázquez Lima and A. Sánchez Ferrer, 2006. The use of respiration indices in the composting process: a review. *Waste Manage*, 24: 37-47.
- Bremner, J.M., 1965. Inorganic forms of nitrogen. Part 2. In: Black, C.A.; E. De Wite; L.E. Ensminger; F.E. Clark (Editors). *Methods of soil analysis*. American Society of Agronomy, Inc., Madison, USA. pp. 1179-1237.
- Bunt, A. C., 1988. Media and mixes for container-grown plants. Ed. Unwin Hyman. London. 309 pp.
- Burés, S., 1997. *Sustratos*. Ed. Agrotecnias. Madrid. 342 pp.
- Bustamante, M.A.; C. Paredes, R. Moral, E. Agulló, M.D. Pérez-Murcia and M. Abad, 2008. Composts from distillery wastes as peat substitutes for transplant production. *Resour. Conserv. Recycl.* 52, 792-799.
- Carmona, E.; M.T. Moreno, M. Avilés and J. Ordovás, 2012. Use of grape marc compost as substrate for vegetable seedlings. *Scientia Horticulturae* 137: 69-74.
- De Boodt, M; O. Verdonck and J. Cappaert, 1974. Methods for measuring the water release curve of organic substrates. *Acta Horticulturae* 37: 2054-2062.
- Di Rienzo, J.A.; F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C.W. Robledo, 2009. InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en <<http://www.infostat.com.ar>> Consultada el 10/05/2012.
- Estévez-Schwarz, I.; S. Seoane, A. Nuñez and M.E. López-Mosquera, 2009. Characterization and Evaluation of Compost Utilized as Ornamental Plant Substrate. *Compost Science & Utilization* Vol. 7 (4): 210-219.
- Favaro, J.C.; M.A. Buyatti y M.R. Acosta, 2002. Evaluación de sustratos a base de serrín de Salicáceas (*Salix* sp.) compostados para la producción de plantones. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* 17 (3): 367-373.

- Fermino, M. H., 2003. Métodos de análisis para caracterización física de sustratos para plantas. Tesis de doctorado. Universidad Federal de Rio Grande Do Sul. Facultad de Agronomía. Puerto Alegre. 250 pp.
- Fonteno, W., 1999. Sustratos: Tipos y propiedades físicas y químicas. Capítulo 5. En: REED, D. W. Agua, sustratos y nutrición en los cultivos de flores bajo invernadero. Ed. Ball Publishing E. Unidos y Hortitecna Ltda. Colombia. pp. 93-124.
- García-Gómez A.; M.P. Bernal and A. Roig, 2002. Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology* 83: 81-83.
- Grigatti M.; M.E. Giorgioni and C. Ciavatta, 2007. Compost-based growing media: Influence on growth and nutrient use of bedding plants. *Bioresource Technology* 98: 3526-3534.
- Handreck, K. & N. Black, 2002. Growing media for ornamental plants and turf. Third edition. A UNSW Press book. Australia. 542 pp.
- Hong, C.; Ch. Tongbin, L. Hongtao, G. Ding, Z. Guodi and Z. Jun, 2010. The effect of salinity and porosity of sewage sludge compost on the growth of vegetable seedlings. *Scientia Horticulturae* 124 (3): 381-386.
- Iglesias Jiménez, E.; M. T. Barral Silva y F. C. Marhuenda Egea, 2008. Capítulo 11: Indicadores de estabilidad y madurez del compost. En: Moreno Casco, J. & R. Moral Herrero. *Compostaje*. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 570 pp.
- Kämpf, N. A., 2005. Producao comercial de plantas ornamentais. *Agro livros*. 254 pp.
- Landis, T.D. and N. Morgan, 2009. Growing media alternatives for forest and native plant nurseries. In: Dumroese, R.K.; L.E. Riley. *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 26-31. Disponible en <http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p058.html> Consultada el 23/04/2012.
- Landis, T. D.; R. W. Tinus, S. E. McDonald y J. P. Barnett, 2000. 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 y P. Morel, 2005. Cultivos en macetas y contenedores: Principios agronómicos y aplicaciones. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 110 pp.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina, 2010. Anuario ganados y carnes, pp 167-171.
- Nelson, E. B.; and H. A. J. Hoitink, 1982. Factors affecting suppression of *Rhizoctonia solani* en container media. *Phytopathology* 72: 275-279.
- Peterson, J. C., 1982. Effects of pH upon nutrient availability in a commercial soilless roots medium utilized for floral crop production. Ohio State University and Ohio Research and Development Center. *Cir.* 268: 16-19.
- Raviv, M.; Y. Chen and Y. Inbar, 1986. Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants. In: Chen, Y. and Y. Avnimelech (Eds.), *The Role of Organic Matter in Modern Agriculture*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands. pp. 257-287.
- Raviv, M. and J. H. Lieth, 2008. *Soilless culture: theory and practice*. Ed. Elsevier. 587 pp.
- Spencer, S. and D. M. Benson, 1982. Pine Bark, Hardwood Bark, and Pest Amendment Effect en Development of *Phytophthora* spp. And Lupine Root Rot. *Phytopathology* 72 (3): 347-351.
- TMECC (Test methods for the examination of composting and compost), 2001. The US Department of Agriculture and The US Composting Council. Edaphos International, Houston, USA.
- Villa Castillo, J., 2004. Inoculating Composted Pine Bark for Container production. *Nativeplant Journal* 5: 181-185.
- Zhenli, H.; Xiaoe Yang, A. K. Brian, P. J. Stoffella y D. V. Calvert, 2005. Ventajas de la utilización de compost para la nutrición fosfórica, potásica, cálcica, magnésica y de micronutrientes. Capítulo 15. En: Stoffella, P.J. y B.A. Kahn. *Utilización de Compost en los Sistemas de cultivo hortícola*. Ed. Mundi Prensa. Madrid. pp. 307-322.