

# **Producción orgánica de plantines hortícolas: Empleo de materiales alternativos como componente de sustrato**



**Autor: Ivana Giagante**

**Docente Tutor: Mg. M. Edurne Ayastuy**

**Docente Consejero: Dr. Roberto A. Rodríguez**

**Departamento de Agronomía  
Universidad Nacional del Sur  
Bahía Blanca, 2022**

## **Agradecimientos**

Mi deseo de total agradecimiento a quienes de una u otra manera colaboraron en el transcurso de la realización de este trabajo final de carrera.

A las profesoras Miren Edurne Ayastuy y Ana María Miglierina, que con profesionalismo me guiaron durante el desarrollo del mismo.

Al personal del laboratorio de suelos del 4º piso que me acompañó y ayudó en el procesamiento de las muestras.

A quienes me apoyaron incondicionalmente, mis padres, mis hermanos, mi abuela, mi pareja y familiares.

A mis amigas/os, con los cuales he compartido momentos inolvidables.

# Índice

	Págs.
Resumen	1
Introducción	3
Sustratos de cultivo	3
Materiales alternativos para la preparación de sustratos	4
El cultivo de albahaca	8
Objetivos	9
Materiales y Métodos	10
Sitio experimental	10
Materiales utilizados en el ensayo	12
Desarrollo del ensayo	13
Medición de variables	14
Análisis estadístico	14
Resultados y Discusión	16
Porcentaje de emergencia	16
Variables morfo fisiológicas de la parte aérea	19
Variables morfo fisiológicas de raíz	28
Contenido de clorofila en hoja y nutrientes en parte aérea	31
Conclusiones	39
Bibliografía	40
Anexo fotografías	49

## Resumen

Permanentemente se generan numerosos materiales de desecho agroindustrial, pecuario, forestal y urbanos, que se acumulan en ciertas áreas o se envían a basureros municipales. Estos residuos orgánicos se pueden recuperar y valorizar para usarlos como sustrato, disminuyendo el daño causado por la extracción de turba al ecosistema y minimizando el impacto debido a su acumulación o incineración. Los objetivos de este trabajo fueron: a) evaluar el comportamiento de materiales alternativos como componentes de sustrato para la producción de plantines de albahaca (*Ocimum basilicum*) en invernadero y b) evaluar el residuo de la producción de *Pleurotus spp.* como componente de porosidad en la mezcla con compost y lombricompuesto. En el invernadero del Dpto. de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur se realizó un ensayo en bandejas de polipropileno negro de 50 celdas. Los sustratos utilizados fueron: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricompuesto de compost de cebolla y estiércol; LRSD: lombricompuesto producido con residuos orgánicos domiciliarios; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con 3 repeticiones completamente al azar, donde cada tratamiento presentaba como factor principal a los sustratos (bandeja de germinación) en 75% (v/v) y como factor secundario el componente para dar porosidad a la mezcla (perlita o residuo de producción de *Pleurotus spp.*) en 25% (v/v). Se midieron las siguientes variables: porcentaje de emergencia, número de hojas, altura de plántula, longitud de raíz, área foliar, contenido foliar de clorofila total, pesos fresco y seco de parte aérea y raíz, y contenido de nutrientes (N, P, K). El empleo del compost preparado con residuos de poda y gallinaza (CRPG) como componente de sustratos incrementó la altura, el número de hojas, área foliar y los contenidos de N, K y clorofila en la parte aérea de las plántulas de albahaca, lo que contribuyó a mejorar su calidad con respecto a las obtenidas con el sustrato comercial (SCO). La utilización del lombricompuesto de residuos de cebolla y estiércol vacuno (LCCE) produjo un aumento del número de hojas, área foliar y contenidos de P y K de los plantines, los cuales presentaron características morfológicas y fisiológicas

similares a los que crecieron en el compost de residuos de poda y gallinaza (CRPG). Las plántulas que desarrollaron en el sustrato con lombricompuesto de residuos sólidos domiciliarios (LRSD) mostraron un desarrollo menor que las que crecieron en los otros materiales alternativos pero mayor que las cultivadas en el sustrato comercial (SCO). El empleo del residuo de la producción de *Pleurotus* spp., en mezcla con los lombricompuestos y compost no produjo ningún beneficio al aspecto de las plántulas de albahaca y provocó lentitud en la emergencia. Los lombricompuestos y compost estudiados podrían emplearse como componente de sustratos en mezcla con perlita en una proporción 75% (v/v), con lo que constituirían una alternativa a los sustratos comerciales a base de turba para la producción de plantines hortícolas. El menor envejecimiento observado hacia el final del ensayo en los plantines desarrollados en los sustratos alternativos indicaría una mayor vida útil en los envases antes de su comercialización.

# Introducción

## **Sustratos de cultivo**

El término sustratos se aplica en horticultura a todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo *in situ*, que colocado en bandejas de germinación o contenedores, puro o en mezcla permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por lo tanto, un papel de soporte de la planta. Sus funciones principales son: fuente de nutrientes, retención y disponibilidad de agua, provisión de un eficiente intercambio de gases. Los sustratos pueden intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta, por lo que se pueden clasificar como químicamente activos (turberas, corteza de pinos, etc.) o químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, etc.) (Abad *et al.*, 2004).

La necesidad de cultivar las plantas fuera de su medio natural crea la obligación de utilizar tecnología para producir de forma rápida, rentable y de calidad. Entre los aspectos que requiere este sistema se encuentra la gran demanda de nuevos materiales que tendrán la función de aportar el soporte físico, el agua, el aire y los nutrientes necesarios para la planta. El cultivo sin suelo ofrece numerosas posibilidades y variantes: sistemas apoyados o suspendidos, sistemas abiertos o cerrados, sistemas con o sin sustrato, etc. Además, los sustratos que se pueden utilizar son muy variados y de diversa índole: de origen natural orgánico (turberas) o inorgánico (arena, grava, tierra volcánica, etc.), de origen sintético orgánico (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, geotextiles, etc.) o inorgánico industrial (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.) o bien residuos y subproductos orgánicos (fibra de coco, orujo de uva, cascarilla de arroz, corteza de árboles, aserrín, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.) o inorgánicos (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.) (Abad *et al.*, 2004).

Al seleccionar un sustrato se debe tener en cuenta la mayor información que puedan aportar productores y fabricantes sobre los materiales empleados en su elaboración, además de conocer las características del vivero o sistema de

producción: condiciones climáticas, infraestructuras disponibles, especies a cultivar y tipo de bandeja o contenedor. También deben considerarse las propiedades específicas de los sustratos, y un último criterio que se aplica en primer lugar sin tener en cuenta los tres aspectos anteriormente nombrados es el económico.

Otro aspecto a considerar es el criterio ambiental que no se suele contemplar como condicionante en la selección de los sustratos. La concientización medioambiental y las restricciones ecológicas en las extracciones de turbas, terminarán por hacer tener muy presente este aspecto. Los problemas derivados de la explotación de las turberas, el fuerte impacto de la extracción y los elevados costos de una correcta restauración posterior, han limitado las extracciones en zonas con cierta presión ecológica. Por otra parte, se han abierto explotaciones en zonas nuevas y que por la calidad de los materiales o por los inadecuados sistemas de extracción han puesto en el mercado turbas de calidades poco controladas. A esta última circunstancia se ha unido la necesidad de gestionar de forma adecuada los residuos orgánicos generados en los sectores agrícolas, agroindustriales, forestales y urbanos. Se trata de materiales orgánicos de muy variada procedencia, composición y propiedades. De estos materiales con más o menos éxito se han derivado los denominados sustratos alternativos eco-compatibles (Vázquez, 2008).

### ***Materiales alternativos para la preparación de sustratos***

Es evidente el cambio que se ha producido en el mundo y actualmente en Argentina, respecto del uso de los medios de crecimiento sin suelo para la producción de hortalizas y ornamentales. El aumento de los costos de producción, debido a las variaciones del tipo de cambio, sumado a la desaparición del crédito, indujeron a mayores desequilibrios en la rentabilidad final de las empresas hortícolas obligándolas a la utilización de materiales alternativos de origen nacional (Valenzuela y Gallardo, 2004). En la actualidad existe un aumento del número de empresas dedicadas exclusivamente a la producción de plantines hortícolas mediante el empleo de diferentes sustratos orgánicos.

La expansión de los cultivos sin suelo tiene como consecuencia un aumento de la demanda de los materiales que son usados como sustratos, lo cual supone una sobreexplotación de recursos naturales no renovables, como las turbas. La preocupación por el medio ambiente, nos lleva a la búsqueda de nuevos materiales que cumplan una serie de requisitos, como son la durabilidad, el impacto ambiental mínimo para su obtención, procesado y utilización, y la ausencia de problemas para su eliminación después de su uso (Verdonk, 1983; Abad *et al.*, 2000; Slas *et al.*, 2000; Melgar y Pascual-Alex, 2011). Por otra parte, en cada zona de cultivo se buscan materiales que puedan producirse en lugares próximos evitando así desplazamientos que encarecen los sustratos y ponen en duda su suministro. De esta manera el sustrato en cuestión podrá ser usado con mayor rentabilidad económica y medioambiental (Urrestarazu *et al.*, 2005a).

Se entiende por sustratos alternativos a un grupo de sustratos orgánicos biodegradables que da utilidad a residuos de otra actividad industrial. En la actualidad se hacen grandes esfuerzos por potenciar y desarrollar comercialmente los sustratos alternativos porque son más adecuados medioambientalmente hablando. Son menos agresivos con el medio ambiente y solucionan el problema de reciclado de residuos. Sin embargo hay que señalar que la mayoría de los materiales procedentes de residuos requieren un proceso de adecuación (compostaje, lombricompostaje) que permita obtener un producto con características estables (Burés, 1997; Urrestarazu *et al.*, 2005b).

El número de materiales que pueden ser utilizados como sustratos es muy amplio, es frecuente que se recurra a mezclas de distintos materiales para obtener características apropiadas para el cultivo. Así, muchos materiales que no pueden utilizarse solos, por no tener características adecuadas, encuentran una aplicación como sustratos de cultivo cuando se los mezcla con otros (Díaz-Pérez y Camacho-Ferre, 2010).

La utilización directa de los residuos orgánicos frescos en horticultura, presenta diferentes inconvenientes: fitotoxicidad (por sustancias orgánicas, metales pesados, etc.), inmovilización del nitrógeno y deficiencia de oxígeno a nivel de raíces, etc. Desde la perspectiva medioambiental, el compostaje facilita la



gestión de los residuos orgánicos, reduciendo su peso, volumen y peligrosidad, permitiendo además reciclar los recursos contenidos en ellos. Desde el punto de vista agrícola, con el compostaje se obtiene un material maduro, estable e higiénico, con un alto contenido en materia orgánica y componentes húmicos, el cual puede ser utilizado sin riesgo en agricultura por ser inocuo y no contener sustancias fitotóxicas, favoreciendo el crecimiento y el desarrollo de las plantas. (Abad y Puchades, 2002).

Otro tratamiento importante para la gestión de los residuos orgánicos es el vermicompostaje o lombricompostaje con lombrices; es un proceso biotecnológico de bajo costo que permite biodegradar y estabilizar residuos orgánicos bajo condiciones aeróbicas y mesófilas mediante la acción de ciertas especies de lombrices de tierra capaces de alimentarse del residuo a la vez que aceleran su degradación microbiana. De esta manera se aprovecha su capacidad detritívora, quienes ingieren, trituran y digieren el residuo orgánico, descomponiéndolo mediante la acción de sus enzimas digestivas y de la microflora aeróbica y anaeróbica presente en el interior de su intestino (Nogales *et al.*, 2008).

El lombricompostado es básicamente el conjunto de excrementos o heces de las lombrices, que a diferencia de otros, tiene la misma apariencia y olor que la tierra negra fresca. Es un sustrato de gran uniformidad, contenido nutricional y excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de la humedad (Eastman *et al.*, 2001). Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas. Produce un aumento en el desarrollo de las plantas, árboles y arbustos. Protege de enfermedades, cambios bruscos de humedad y también de temperatura durante el trasplante de los mismos (Peñarande Cáceres, 1996).

La germinación, el crecimiento y el rendimiento de tomate incrementaron cuando se reemplazó parte del sustrato comercial por lombricompostado (Atiyeh *et al.*, 2000; Atiyeh *et al.*, 2001). Similares efectos se observaron en pimiento (*Capsicum annuum*), obteniéndose mayor peso y número de frutos (Arancon *et al.*, 2004), y en ajo (*Allium sativum*), incrementándose el tamaño y la calidad de los bulbos (Argüello *et al.*, 2006).

Jiménez *et al.* (2010) utilizaron compost de champiñoneras y vermicomposts como sustrato en la producción de plántulas de pimiento para pimentón y obtuvieron mayor crecimiento en las mezclas de partes iguales de vermicompost con aserrín de coco. Pellejero y Miglierina (2015), evaluaron el uso de compost de residuos de cebolla y estiércol vacuno y en mezcla con perlita como componente de sustrato en la producción de plantines de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Herrera *et al.* (2008), comprobaron que mezclando 30% de compost de residuos urbanos, 65% de turba, y 5% de perlita (v/v) se producían plántulas de tomate con propiedades similares a aquellos que desarrollaban en mezclas de sustratos tradicionales compuestos por turba rubia, turba negra y fibra de coco, además de reducir los efectos negativos de la alta conductividad eléctrica y pH de algunos composts.

Tysko, *et al.* (2015) sugirieron que la incorporación de 10-30 % de compost de residuos de aves de corral (RAC) al sustrato comercial promovía el crecimiento y la precocidad de las plántulas de espinaca (*Spinacea oleracea*). Estos resultados indicarían que la adición de RAC al sustrato comercial aportaría los nutrientes necesarios para la espinaca durante la etapa de plantín, lo que permitiría reducir o eliminar la fertilización complementaria.

La combinación de turba con composts en la formulación de sustratos puede atenuar algunos problemas físicos y químicos presentes cuando se los utiliza solos (Bustamante *et al.*, 2008; Herrera *et al.*, 2008). Barbaro *et al.* (2013) demostraron que el compost de guano de gallina que posee altos valores de conductividad eléctrica y pH 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, para la producción de plantines florales.

### ***El cultivo de albahaca***

En Argentina como a nivel mundial se ha incrementado en los últimos tiempos el consumo de plantas medicinales y aromáticas. Esta tendencia se caracteriza por una revalorización de los productos naturales y por una continua renovación de fragancias y sabores (Cabanillas C. *et al.*, 2011).

La albahaca se utiliza como condimento culinario (hojas frescas o desecadas) y aromatizante en diversas comidas. Las hojas y flores tienen propiedades medicinales antiespasmódicas, sedantes, tónicas, estomáquicas, diuréticas y antisépticas (Cabanillas C. *et al.*, 2011). Además el aceite esencial, obtenido a partir de hojas y flores, se emplea en perfumería, cosmética, licorería y aromaterapia; dentro de la agricultura se ha demostrado que contiene componentes biológicamente activos que actúan como insecticida, nematocida, fungistático y antimicrobiano.

En Argentina se cultiva en los cinturones verdes de las principales ciudades y en gran escala en provincia de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba. En Catamarca y San Juan se destina a la producción de semilla.

La albahaca (*Ocimum basilicum* L.) es una planta aromática herbácea, anual perteneciente a la familia de las labiadas; su nombre genérico deriva de la palabra griega ókimon, oloroso, en alusión a la fragancia de sus hojas. Es originaria del sudeste de Asia (India) y regiones cálidas de África (Curioni y Arizio, 2006). Es una planta de tallos erectos y ramificados, frondosa, que alcanza de 30 a 50 cm de altura. Las hojas de 2 a 5 cm, son suaves, oblongas, opuestas, pecioladas, aovadas, lanceoladas y ligeramente dentadas. Las flores son blancas, dispuestas en espigas alargadas, asilares, en la parte superior del tallo o en los extremos de las ramas (Curioni y Arizio, 2006).

Los factores medioambientales de mayor importancia para el desarrollo y producción de la albahaca son: clima cálido, templado-cálido, (no resiste heladas ni temperaturas inferiores a 0°C). Temperaturas entre 24-30°C durante el día y 16-20°C durante la noche, combinados con una longitud del día de 16 horas, inducen una alta tasa de desarrollo. Temperaturas mayores causan estrés y pueden causar marchitamiento durante la parte más caliente del día. Humedad relativa

(HR) media 60-70%. Requiere suelos livianos y con buen drenaje, ya que estas condiciones favorecen el crecimiento y desarrollo del sistema radical.

Es una de las plantas aromáticas más apreciadas en cocina; tiene un gusto dulce y fragante. Las hojas más perfumadas son aquellas que se recogen poco antes de la floración, ya que contienen una mayor cantidad de sustancias oleosas que determinan su aroma; sus hojas más viejas poseen un sabor más picante.

La albahaca puede ser empacada en paquetes grandes, en pequeños ramos (bunches) o puede colocarse directamente en bolsas de polietileno o canastillas plásticas destinadas a mercados minoristas. Es frecuente encontrar en los supermercados e hipermercados la distribución de esta hierba en forma de plantín dentro de un envase que contiene el cepellón, constituido fundamentalmente por la masa radical y el sustrato. De esta manera el consumidor puede llegar a su casa y trasplantarlo para que siga desarrollando en su jardín.

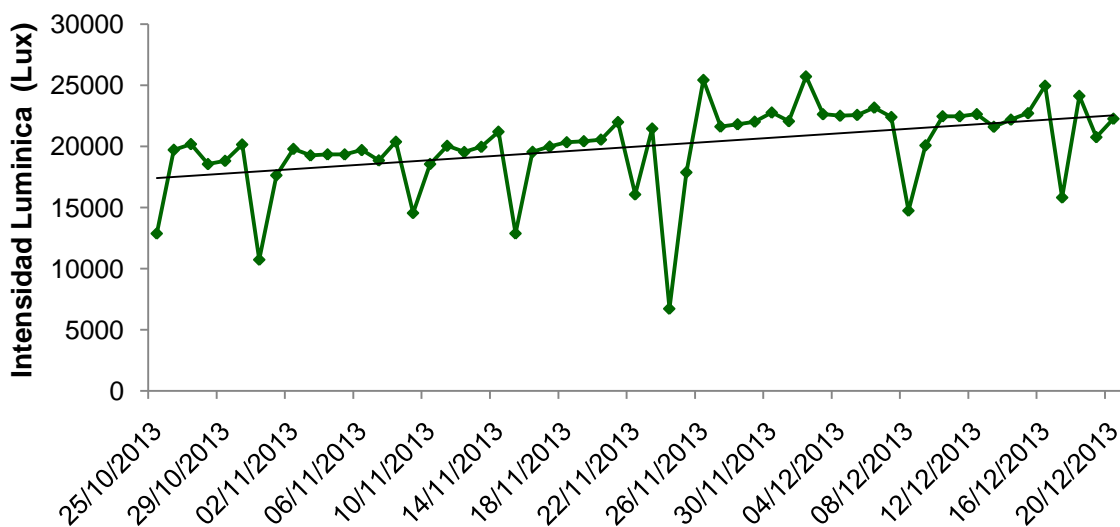
La intensificación del cultivo orgánico de albahaca, requiere de investigaciones que determinen la posibilidad de cultivarla durante todo el año y del aporte de diferentes lombricompostos y compost regionales como sustratos. Debido a la escasa información sobre la utilización de mezclas de materiales orgánicos regionales en la preparación de sustratos para la producción de plantines, se realizó este estudio para el que se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el comportamiento de materiales alternativos como componentes de sustrato para la producción, en primavera, de plantines de albahaca en invernadero.
- Evaluar el residuo de la producción de *Pleurotus spp.* como componente de porosidad en la mezcla con compost y lombricompost.

## Materiales y métodos

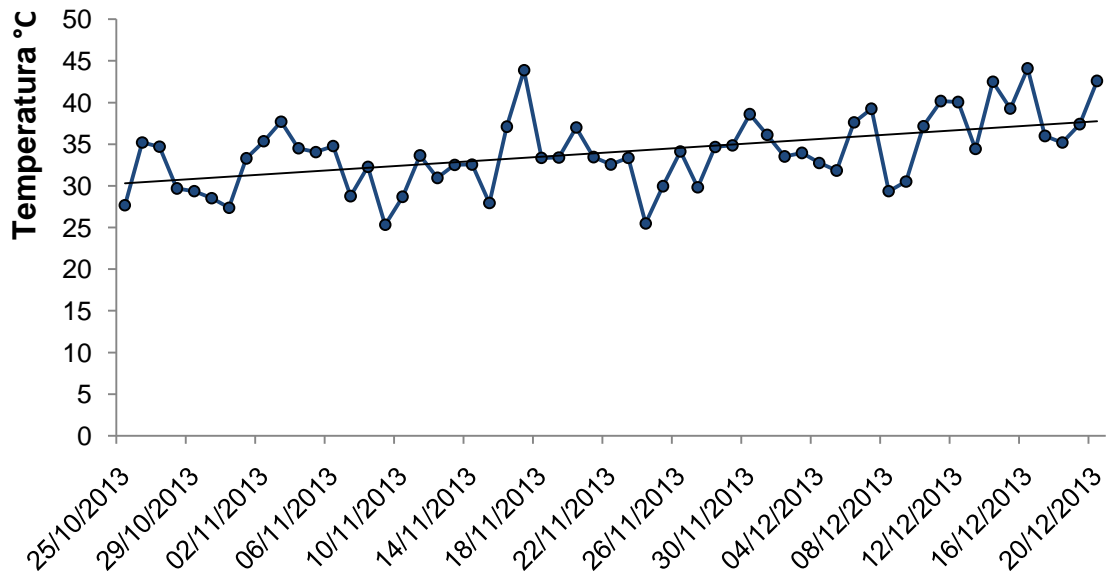
### *Sitio experimental*

El ensayo se realizó en condiciones controladas en el invernadero que posee el Departamento de Agronomía (UNS), en Altos de Palihue durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2013. Desde el 25/10 y hasta el 20/12 se registraron diariamente, temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), humedad relativa (%) e intensidad lumínica (Lux) mediante un Data Loggers (HOBO U 12-012, Onset Computer Corporation). Con los registros obtenidos de las distintas variables ambientales en el ensayo, se realizó un promedio diario y se construyeron los Gráficos 1, 2 y 3 utilizando estos promedios con un intervalo de cada 4 días. El Gráfico 1 muestra la intensidad lumínica promediando las mediciones diarias desde las 8 hs y hasta las 18 horas. Se observa que en primavera la intensidad lumínica aumenta, alcanzando valores máximos que superan los 25.000 Lux.



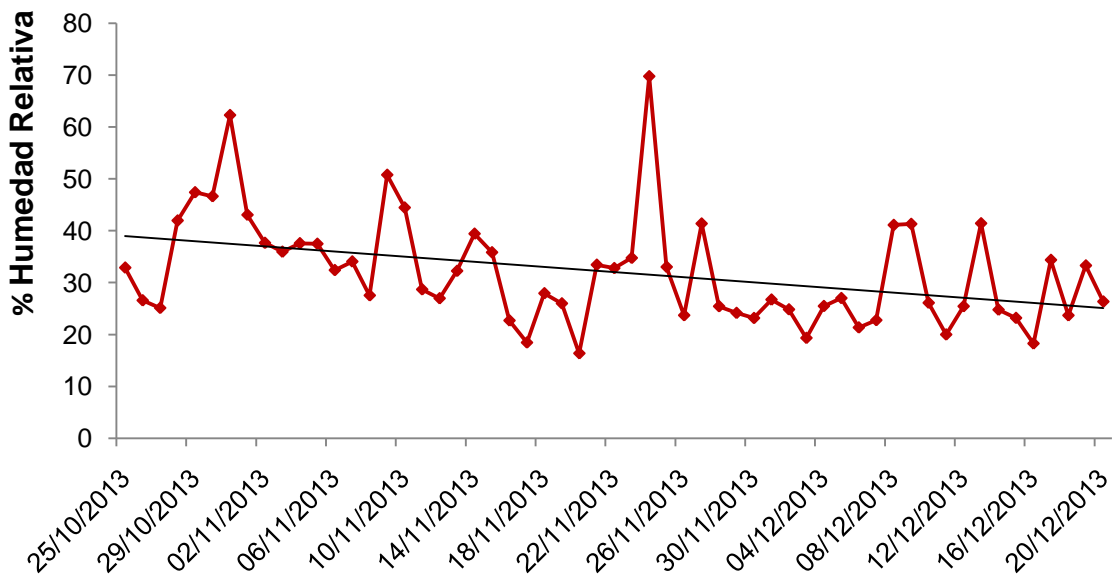
**Gráfico 1.** Variación de la intensidad lumínica durante el ensayo.

El Gráfico 2 muestra la variación de la temperatura durante el ensayo, la cual osciló entre 25 y 44 $^{\circ}\text{C}$ .



**Gráfico. 2.** Variación de la temperatura (°C) durante el ensayo.

El Gráfico 3 muestra la humedad relativa registrada durante el transcurso del ensayo, registrándose valores que oscilaron entre 16 y 69%. Esta variación se compensó con la programación diaria de dos riegos por microaspersión realizados a las 7 y a las 19 horas, a fin de que las bandejas contaran con la humedad necesaria para un correcto balance hídrico.



**Gráfico. 3.** Variación de la humedad relativa durante el ensayo.

### **Materiales utilizados en el ensayo**

Se utilizaron bandejas de polipropileno negro de 50 celdas cada una, con una capacidad de 70 cm<sup>3</sup> por celda.

Los sustratos utilizados fueron:

- Sustrato comercial (GROW MIX profesional) de la empresa Terrafertil S.A compuesto de turba rubia de musgo *Sphagnum fuegina*, compost orgánico, perlita y vermiculita, que se utilizó como testigo (**SCO**).
- Lombricomposto preparado a partir de residuos de cebolla y estiércol vacuno (**LCCE**).
- Compost preparado a partir de residuos de poda de arbolado urbano (previamente chipeados) y guano de gallina ponedora o gallinaza (**CRPG**).
- Lombricomposto que se produce en la Ecoplanta ubicada en la localidad de Gral. Daniel Cerri a 20 km de la ciudad de Bahía Blanca, a partir de residuos sólidos orgánicos domiciliarios (**LRSO**).

Para dar porosidad a los sustratos se emplearon los siguientes materiales:

- Perlita: material inorgánico obtenido mediante tratamiento térmico (1000-1200 °C) de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas (**P**).
- Residuo de la producción de hongos comestibles del género *Pleurotus*: material lignocelulósico biodegradado conteniendo cáscara de girasol como ingrediente principal (**H**).

**Tablas 1 y 2.** Caracterización química de los sustratos y componentes de porosidad utilizados en el ensayo.

Sustratos	pH	CE (dS/m)	Ct	Nt	Pt	K	Na	Ca	Mg
			%						
<b>LCCE</b>	7,0	2,77	14,22	1,551	0,36	0,49	1,12	0,97	0,38
<b>LRSO</b>	7,8	2,05	15,18	1,378	0,30	0,60	1,24	3,52	0,47
<b>SCO</b>	5,7	0,98	41,07	0,641	0,24	0,24	1,11	0,91	0,43
<b>CRPG</b>	8,1	2,70	8,46	0,694	0,26	0,35	1,21	3,96	0,35
<b>P</b>	6,9	0,05	9,50	1,197	0,51	0,68	1,06	1,92	0,39
<b>H</b>	8,7	3,42	-	-	-	1,23	1,11	1,74	0,36

Sustratos	B	Cu	Zn	Mn	Fe
	ppm				
LCCE	156,4	35,0	52,8	128,2	0,68
LRSD	144,4	36,6	208,8	281,2	1,00
SCO	171,5	31,5	46,9	84,6	0,29
CRPG	146,0	37,1	175,3	195,7	0,21
P	177,0	33,0	51,0	29,5	0,12
H	166,4	35,5	88,5	158,8	0,82

Referencias: LCCE: lombricomposto de cebolla y estiércol vacuno; LRSD: lombricomposto producido con residuos orgánicos domiciliarios; SCO: sustrato comercial CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; PERLITA; RH: residuo de la producción de hongos comestibles.

### **Desarrollo del ensayo**

Se utilizó un diseño en parcelas divididas con 3 repeticiones completamente al azar, donde cada tratamiento presentaba como factor principal a los sustratos (bandeja de germinación) y como factor secundario el componente para dar porosidad a la mezcla (perlita o residuo de producción de *Pleurotus spp.*). Para el factor secundario se tomó la mitad de la bandeja (25 celdas). Cada una de las bandejas de germinación o parcelas correspondiente a los 3 sustratos alternativos se las dividió por la mitad (25 celdas). En cada subparcela los materiales alternativos se mezclaron con los componentes de porosidad, mitad con perlita y la otra mitad de la parcela con un residuo obtenido de la producción de *Pleurotus spp.* La proporción fue: 75% de material alternativo y 25% de componente de porosidad (3:1 v/v), totalizando 12 bandejas, incluido el sustrato comercial.

Las bandejas se colocaron sobre las mesadas completamente al azar, y recibieron dos riegos diarios por microaspersión.

La siembra de albahaca se realizó el 21/10/2013 en las bandejas de germinación. A los 4 días desde la siembra, cada 3 días hasta el 6/11, se contó el número de plántulas emergidas para luego calcular el % de emergencia. Luego se procedió al raleo, con el fin de obtener una planta por celda.

Durante la crianza de los plantines se realizaron 3 muestreos, a los 45, 52 y 60 días desde la siembra



### **Medición de variables**

Durante 12 días (25/10 al 6/11) se determinaron los porcentajes acumulados de emergencia, los cuales se graficaron y se calculó la Uniformidad de Germinación (UG) mediante la siguiente fórmula:  $UG = D_{90} - D_{10}$ , donde  $D_{90}$  indica la cantidad de días desde la siembra hasta la emergencia del 90% de la plántulas y  $D_{10}$ , ídem para el 10% (Ghanbari Jahromi y Aboutalebi, 2011).

En cada muestreo, se extrajeron, lavaron y acondicionaron 5 plántulas por tratamiento y repetición. Se midieron las siguientes variables morfológicas y fisiológicas: número de hojas, altura de la plántula (cm), longitud de raíz (cm).

Para obtener el área foliar ( $\text{cm}^2$ ), se escanearon las láminas de las hojas de albahaca, y se cuantificó este parámetro mediante el Software ScionImageWin B403. También se determinaron los pesos fresco y seco de parte aérea y raíz. El peso seco se obtuvo luego de exponer las muestras en estufa a  $65\text{ }^\circ\text{C}$  aproximadamente durante 72 hs.

Para determinar en forma indirecta el contenido de clorofila de las hojas, en las tres fechas de muestreo se registraron lecturas puntuales e instantáneas en el segundo o tercer par de hojas (2 en cada hoja) expandidas mediante transmisión/absorción con SPAD 502, Minolta Camera Co., LTD Osaka, Japón. Con las unidades SPAD obtenidas se utilizó la siguiente ecuación:

Clorofila total:  $1,70 - 0,065 \text{ SPAD} + 0,005 \text{ SPAD}^2$  (Fenech-Larios *et al.*, 2009).

En la parte aérea seca de las plántulas se determinaron los contenidos de N (Bremner, 1996), P y K, mediante digestión húmeda (Johnson and Ulrich, 1959) y posterior determinación por espectrometría de emisión por plasma.

### **Análisis estadístico**

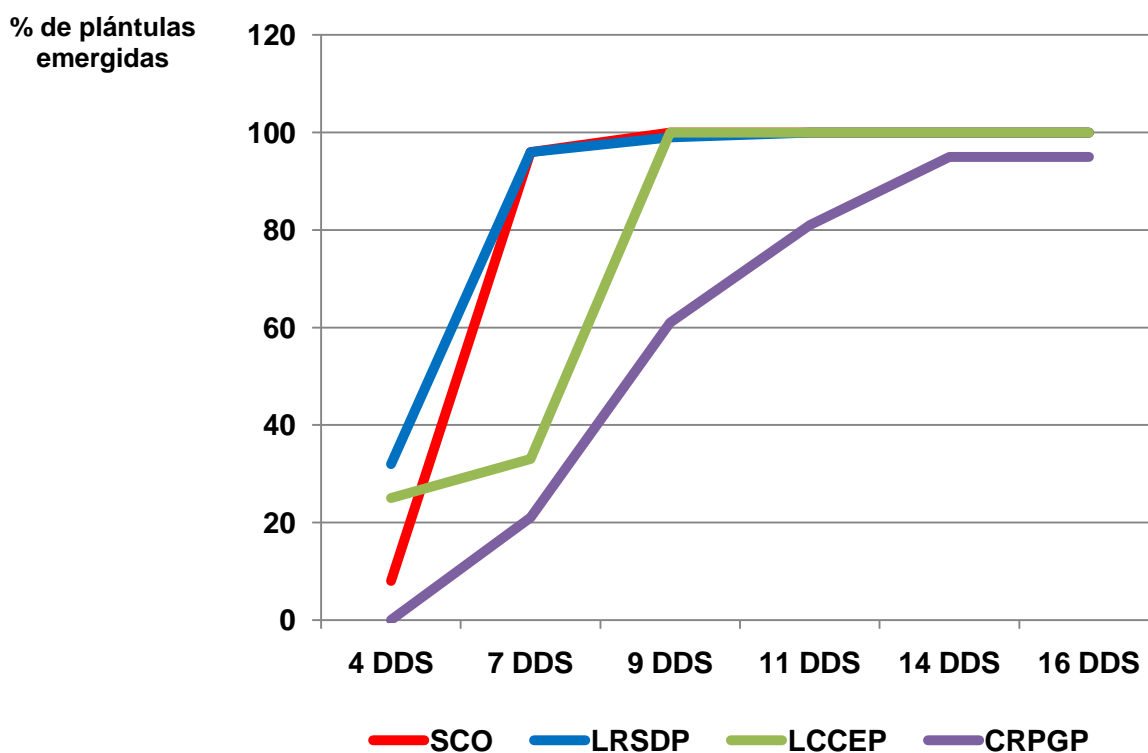
Se utilizó el programa InfoStat, (Di Renzo *et al.*, 2008); para cada variable morfológica o fisiológica y para cada fecha de muestreo se realizó un ANOVA doble parcelas divididas completamente al azar. Los sustratos constituyeron el factor principal; los 2 componentes para dar porosidad a la mezcla constituyeron el factor secundario. Como no se encontró interacción entre los dos factores, se realizó, cuando había diferencia, la comparación de medias sobre los valores

promedios de la variable sustratos (promedio de los componentes de porosidad) o viceversa. Para la comparación de medias se utilizó el test de Diferencia Mínima Significativa (DMS) de Fisher al 5%.

## Resultados y Discusión

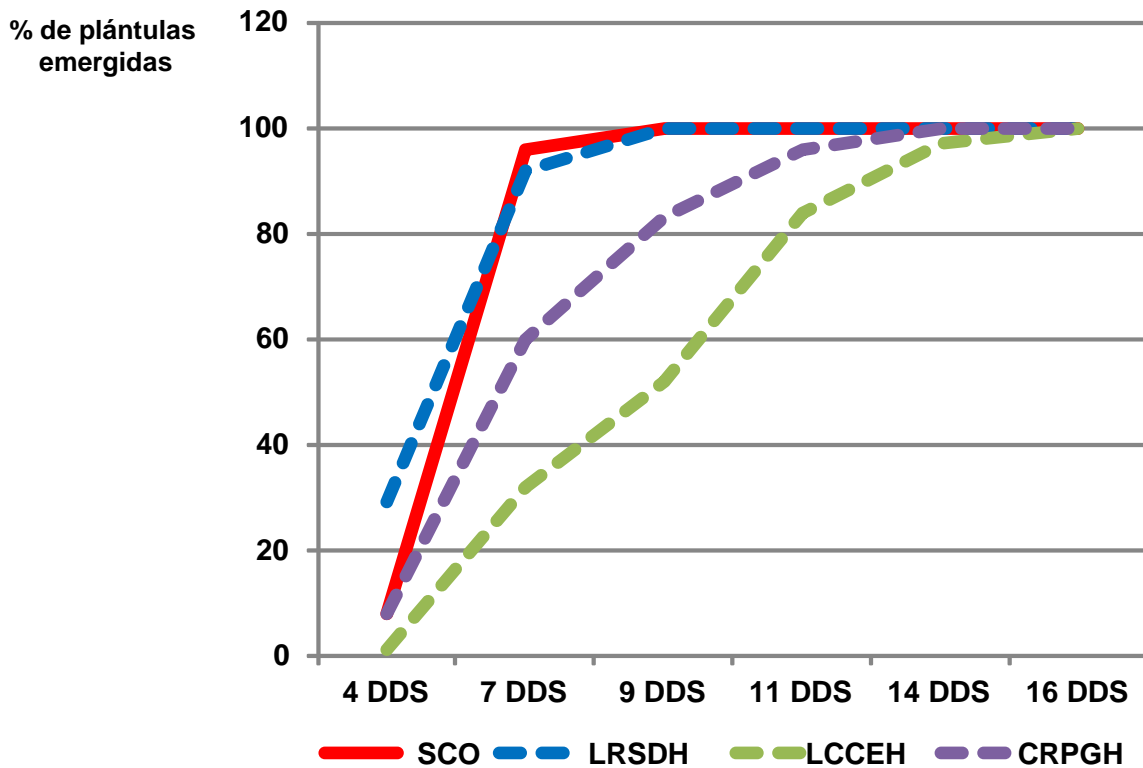
### Porcentaje de emergencia

El porcentaje de emergencia de las plántulas de albahaca en las mezclas del sustrato comercial y lombricompuesto de residuos sólidos domiciliarios fue de 90 y 100%, observándose que el compost de residuos de poda y gallinaza y el lombricompuesto de cebolla y estiércol en mezcla con los materiales para porosidad fueron los que produjeron retrasos en la emergencia de las plántulas (Figuras 1 y 2).



**Figura 1.** Porcentaje acumulado de emergencia de plántulas de albahaca en los sustratos mezclados con perlita (P).

Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricompuesto de cebolla y estiércol; LRSD: lombricompuesto producido con residuos orgánicos domiciliarios; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza.



**Figura 2.** Porcentaje acumulado de emergencia de plántulas de albahaca en los sustratos mezclados con residuo de la producción de *Pleurotus spp.* (H).

Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricompuesto de cebolla y estiércol; LRSD: lombricompuesto producido con residuos orgánicos domiciliarios; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza.

Cuando se evaluó la velocidad de emergencia a través de la uniformidad de germinación (UG) se observó que en la mezcla con perlita, se logró el 90% de emergencia a los 5 días de la siembra para aquellas plántulas crecidas en LRSD, comportamiento similar al observado en el SCO (3 días). En cambio las que desarrollaron en LCCE y CRPG alcanzaron dicho porcentaje a los 7 y 9 días respectivamente (Tabla 2). González (2013) en un ensayo realizado en otoño con materiales alternativos similares observó el mismo comportamiento en las plántulas que crecieron en CRPG. Sin embargo las que emergieron en las mezclas de LCCE y LRSD tardaron 12 días en alcanzar el 90 %.

Ghanbari Jahromi y Aboutalebi (2011) hallaron que la uniformidad de germinación (UG) fue de 5 días para tomate en todos los sustratos estudiados, cuando se sustituyó la turba por un compost preparado a partir de residuos de

jardín más estiércol vacuno. En cambio en el caso de pepino, cuando se incrementó el % de compost hasta un 100%, la UG se alcanzó a los 7 días.

**Tabla 2.** Efecto de los sustratos en mezcla con perlita o residuo de la producción de *Pleurotus* spp. sobre la uniformidad de germinación (UG) de plántulas de albahaca, según  $UG = D_{90} - D_{10}$

<b>SCO (control)</b>		<b>3 días</b>
<b>Sustratos alternativos</b>	<b>+ Perlita</b>	<b>+ Residuo de la producción de <i>Pleurotus</i> spp.</b>
<b>LCCE</b>	<b>7 días</b>	<b>9 días</b>
<b>CRPG</b>	<b>9 días</b>	<b>7 días</b>
<b>LRSD</b>	<b>5 días</b>	<b>5 días</b>

Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricompost de cebolla y estiércol vacuno; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LRSD: lombricompost producido con residuos orgánicos domiciliarios.

La utilización del residuo de la producción de *Pleurotus* spp. como componente de porosidad, provocó un atraso en la UG de 4, 6 y 2 días para CRPG, LCCE y LRSD, respectivamente, respecto de la que se obtuvo (3 días) cuando se utilizó el sustrato comercial (Tabla 2). González (2013) en el ensayo otoñal mencionado anteriormente, detectó un atraso en la UG de 3, 6 y 10 días para CRPG, LCCE y LRSD, respectivamente, con respecto a la obtenida (6 días) con el sustrato comercial. Esta diferencia en los días de emergencia podría explicarse en función a un efecto inhibitorio provocado por los valores elevados de la conductividad eléctrica registrados en los lombricompostos, en el compost y en el residuo de la producción de *Pleurotus* spp. (Tabla 1). Lopez Castro *et al.* (2008) sugirieron, para la obtención de plántulas de salvia (*Salvia officinalis*), la utilización de macetas o bandejas con buen drenaje, riego abundante, y la mezcla del residuo de *Pleurotus* con materiales de bajo contenido de sales solubles, restringiendo su uso como sustrato a especies tolerantes a la salinidad.

En este estudio de manera similar a lo observado por González (2013), el porcentaje de emergencia final no se vio afectado y en todos los casos se alcanzaron porcentajes superiores al 95% (Figuras 1 y 2), probablemente debido a la lixiviación de sales presentes en los sustratos, como consecuencia del doble

riego diario, lo que permitió la recuperación en la emergencia de las plántulas de albahaca, que se había demorado en la etapa inicial.

Melgar y Pascual-Alex (2011), comprobaron que con la sustitución parcial (< 50%) de diferentes residuos por compost, lombricompost y compost + lombricompost, es posible lograr un porcentaje de germinación de plántulas de pepino superior al 90%, a los 10 días después de la siembra. Resultados similares obtuvieron Díaz-Pérez *et al.* (2011) cuando sustituyeron turba por un 50% de compost de residuos sólidos urbanos; en este caso disminuyó la velocidad de germinación de tomate y melón, obteniéndose un 90% de emergencia a los 15 y 18 días respectivamente. Bustamante *et al.* (2011) obtuvieron un 20 % y 40% de emergencia de plántulas de lechuga cuando en el medio de crecimiento sustituyeron turba por compost de residuo de la producción de vino (orujos de uva) más estiércol vacuno en un 40 y 60 % (v/v), respectivamente. En cambio en este trabajo de tesis se encontraron diferencias en la uniformidad de germinación según el componente de porosidad utilizado en la formulación del sustrato (Tabla 2).

### ***Variables morfo fisiológicas de la parte aérea***

En la formulación de los sustratos es importante mantener balanceadas las proporciones de sus componentes, ya que la velocidad con la que emergen las plántulas, su uniformidad y la tasa de crecimiento inicial son determinantes para obtener plantines de óptima calidad (Ligier, 1992; Quesada *et al.*, 2005). La relación C/N de un compost o un lombricompost es un parámetro químico fundamental en la evaluación de su calidad; si es menor de 20, se considera óptima para el crecimiento de las plantas (Ghanbari Jahromi y Aboutalebi, 2011).

La relación C/N de los materiales ensayados en este trabajo fueron: 9, 12 y 11 para LCCE y CRPG y LRSD, respectivamente. Dado que la actividad microbiana disminuye con el compost maduro, estos valores indicarían que las plántulas de albahaca, podrían utilizar todos los nutrientes disponibles en dichos sustratos. Por el contrario, los plantines crecidos en el sustrato comercial (SCO)

con una relación C/N alta (64) competirían fuertemente con los microorganismos por los nutrientes.

### ***Altura de plántula***

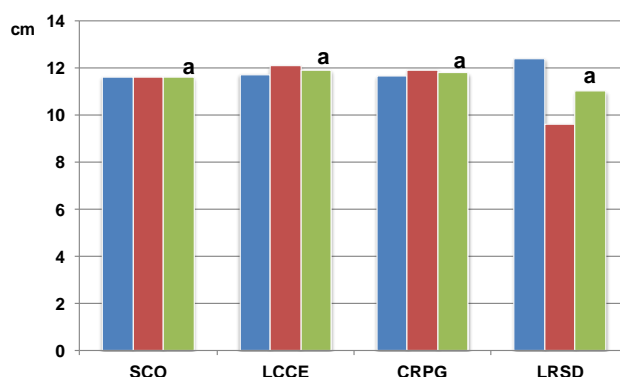
A los 40 días desde la siembra la altura de las plántulas de albahaca osciló entre 11 y 12 cm sin presentar diferencias entre los sustratos alternativos y tampoco respecto del componente de porosidad. A los 50 días de la siembra las que crecieron en el compost CRPG fueron las de mayor altura, y las más bajas, las que desarrollaron en el sustrato comercial, independientemente del componente de porosidad empleado. A los 60 días de la siembra presentaron mayor altura (14-16 cm), las plántulas crecidas en CRPG, mientras que las que crecieron en el SCO no superaron los 10 cm. En este último muestreo el componente de porosidad que tuvo mejor comportamiento fue la perlita en mezcla con los sustratos alternativos (Figura 3).

González (2013) en un ensayo similar pero en época otoñal, obtuvo plantas de albahaca con mayor altura (20 cm) crecidas en el sustrato comercial a base de turba y en el lombricompost de residuos sólidos domiciliarios en mezcla con perlita o con residuo de la producción de *Pleurotus spp.*

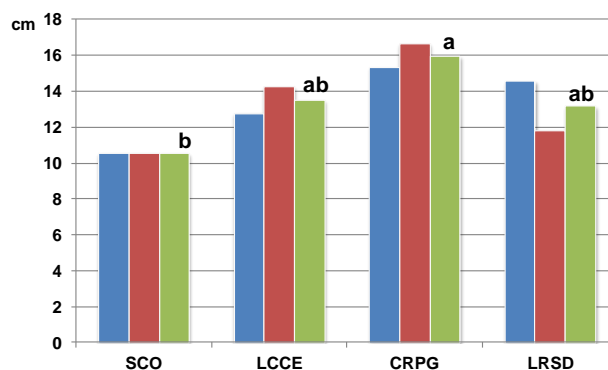
Ghanbari Jahromi y Aboutalebi (2011) obtuvieron plantines de pepino y tomate con mayor altura, utilizando un 60 y un 100%, respectivamente, de compost elaborado con residuos de jardín más estiércol vacuno. Bustamante *et al.* (2011) comprobaron que la composición del medio de crecimiento afectó el desarrollo de plántulas de lechuga y sandía; estos autores obtuvieron plantas de lechuga de menor altura con un 40 y 60 % (v/v) de compost de residuo de la producción de vino más estiércol vacuno. En el caso del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), la reducción del largo del tallo presentó una correlación lineal con el aumento del porcentaje de compost en el medio de crecimiento.

**Días desde la siembra**      **Altura**  
 ■ Perlita   ■ Res. Hongo   ■ Valores promedios de los sustratos

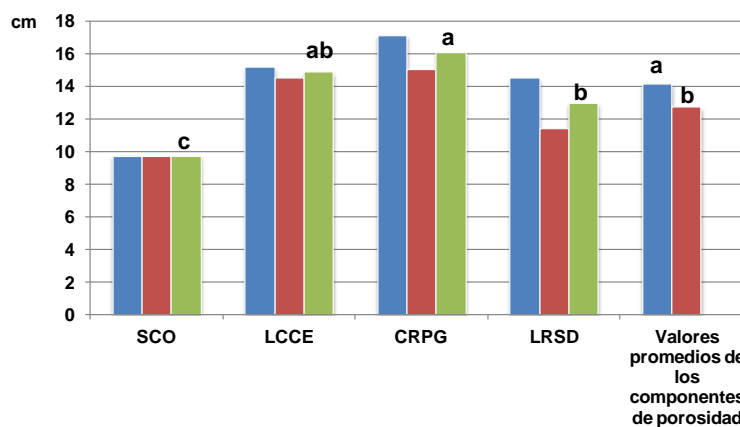
40



50



60



**Figura 3.** Efecto de los sustratos mezclados con perlita o con residuo de la producción de *Pleurotus spp.* sobre la altura de los plantines de albahaca en cada uno de los muestreos. Las columnas con las mismas letras no difieren para DMS de Fisher al 5%. Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricomposto de cebolla y estiércol vacuno; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LRSD: lombricomposto producido con residuos orgánicos domiciliarios.



Abdelrahman *et al.* (2012) observaron que la mayor altura de plántulas de melón se obtuvo cuando se sustituyó la turba por 30, 50 y 70 % de compost de residuos de poda de olivo más estiércol vacuno. Sin embargo Barbaro *et al.* (2011), obtuvieron plantines de coral (*Salvia splendens*) de menor altura cuando crecieron en un sustrato compuesto con 50% de compost de cama de ave de corral de stud más pinocha, en comparación con los que desarrollaron en un sustrato comercial.

Se observó una reducción del tallo principal de melón con 50% de compost de residuos sólidos urbanos, mientras que se obtuvieron plantas de tomate de mayor altura cuando se incrementó la proporción de compost en el medio de crecimiento, debido probablemente a una mayor tolerancia a la salinidad de esta especie hortícola (Díaz-Pérez *et al.*, 2011).

### **Número de hojas**

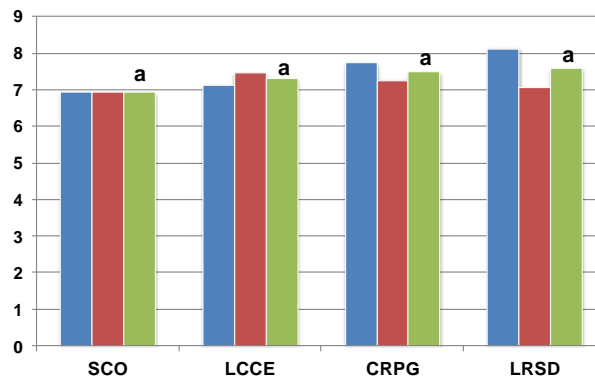
En el primer muestreo todos los sustratos produjeron plantines con la misma cantidad de hojas; en el segundo muestreo, el SCO produjo plantas con menor cantidad de hojas (Figura 4). A los 60 días desde la siembra aquellos que crecieron en CRPG y LCCE mostraron el mayor número de hojas, al igual que las mezclas con perlita (Figura 4). González (2013) en su ensayo obtuvo menor número de hojas en general en las plántulas de albahaca, pero a los 60 días de la siembra, cuando se utilizó perlita como componente de porosidad, las crecidas en CRPG y LRSD tuvieron más hojas en comparación con las que desarrollaron en SCO. Ghanbari y Aboutalebi (2011), en plantines de pepino crecidos en compost de residuos de jardín más estiércol vacuno, comprobaron que un aumento del porcentaje de la enmienda en el medio de cultivo produjo plantas con mayor número de hojas. Sin embargo, Abdelrahman *et al.* (2012) observaron que el incremento de compost de residuos de poda de olivo más estiércol vacuno en el sustrato disminuyó el número de hojas en plántulas de melón.

Días desde  
la siembra

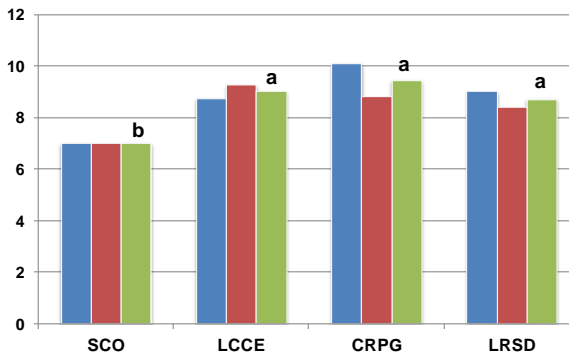
Número de hojas

■ Perlita ■ Res. Hongo ■ Valores promedios de los sustratos

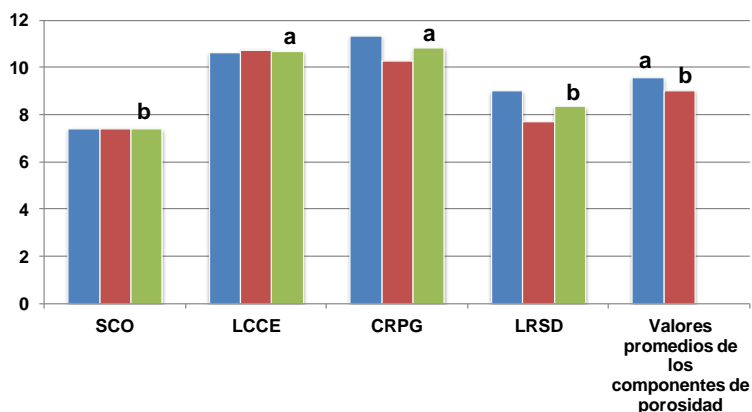
40



50



60



**Figura 4.** Efecto de los sustratos mezclados con perlita o con residuo de la producción de *Pleurotus spp*, sobre el número de hojas de los plantines de albahaca en cada uno de los muestreos. Las columnas con las mismas letras no difieren para DMS de Fisher al 5%. Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricomposto de cebolla y estiércol vacuno; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LRSD: lombricomposto producido con residuos orgánicos domiciliarios.

### **Área foliar**

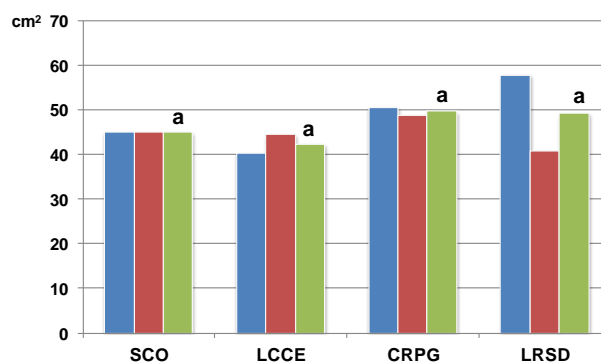
En el primer muestreo todos los tratamientos mostraron áreas foliares similares; en cambio a los 50 días, los plantines crecidos en el CRPG presentaron la mayor área foliar, mientras que la menor se detectó en el sustrato comercial. A los 60 días, además de los plantines desarrollados en el CRPG, presentaron una mayor área foliar también aquellos plantines crecidos en el LCCE. Y esta variable fue superior cuando estos sustratos alternativos se mezclaron con 25 % de perlita (Figura 5). Por el contrario en un estudio similar realizado en otoño, el empleo de lombricompost de residuos sólidos domiciliarios (LRSD) produjo plantines de albahaca con un área foliar superior a los crecidos en el CRPG (González, 2013).

Miglierina *et al.* (2011) demostraron que la utilización de compost de residuos de cebolla y estiércol vacuno (64%) en mezcla con perlita (34%) (v/v) produjo los mayores valores de área foliar en plántulas de lechuga en todos los muestreos realizados. Abdelrahman *et al.* (2012) observaron áreas foliares específicas ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ) mayores en los plantines de melón crecidos en medios de crecimiento con 30 y 70 % (v/v) de compost de residuos de poda de olivo y brócoli.

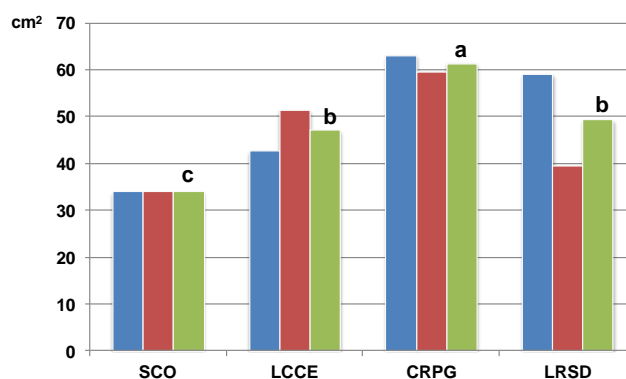
Días desde la siembra Área foliar

■ Perlita ■ Res. Hongo ■ Valores promedios de los sustratos

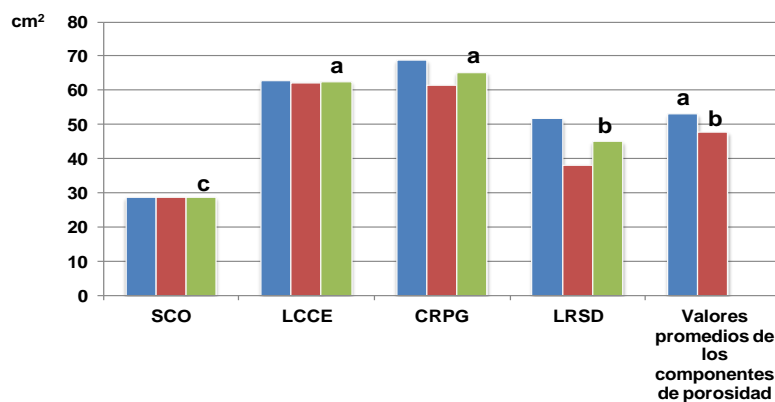
40



50



60



**Figura 5.** Efecto de los sustratos mezclados con perlita o con residuo de la producción de *Pleurotus spp.* sobre el área foliar de los plantines de albahaca en cada uno de los muestreos. Las columnas con las mismas letras no difieren para DMS de Fisher al 5%. Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricomposto de cebolla y estiércol vacuno; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LRSD: lombricomposto producido con residuos orgánicos domiciliarios.

### **Pesos fresco y seco de parte aérea**

Las plantas de albahaca crecidas en los cuatro sustratos presentaron valores similares de peso fresco a los 40 días desde la siembra, y en el segundo muestreo, las desarrolladas en CRPG y LCCE lograron los mayores valores de esta variable. A los 60 días, el comportamiento de los plantines fue similar que a los 50 días desde la siembra, aunque aquellos crecidos en el SCO mostraron el menor peso fresco de la parte aérea (Figura 6).

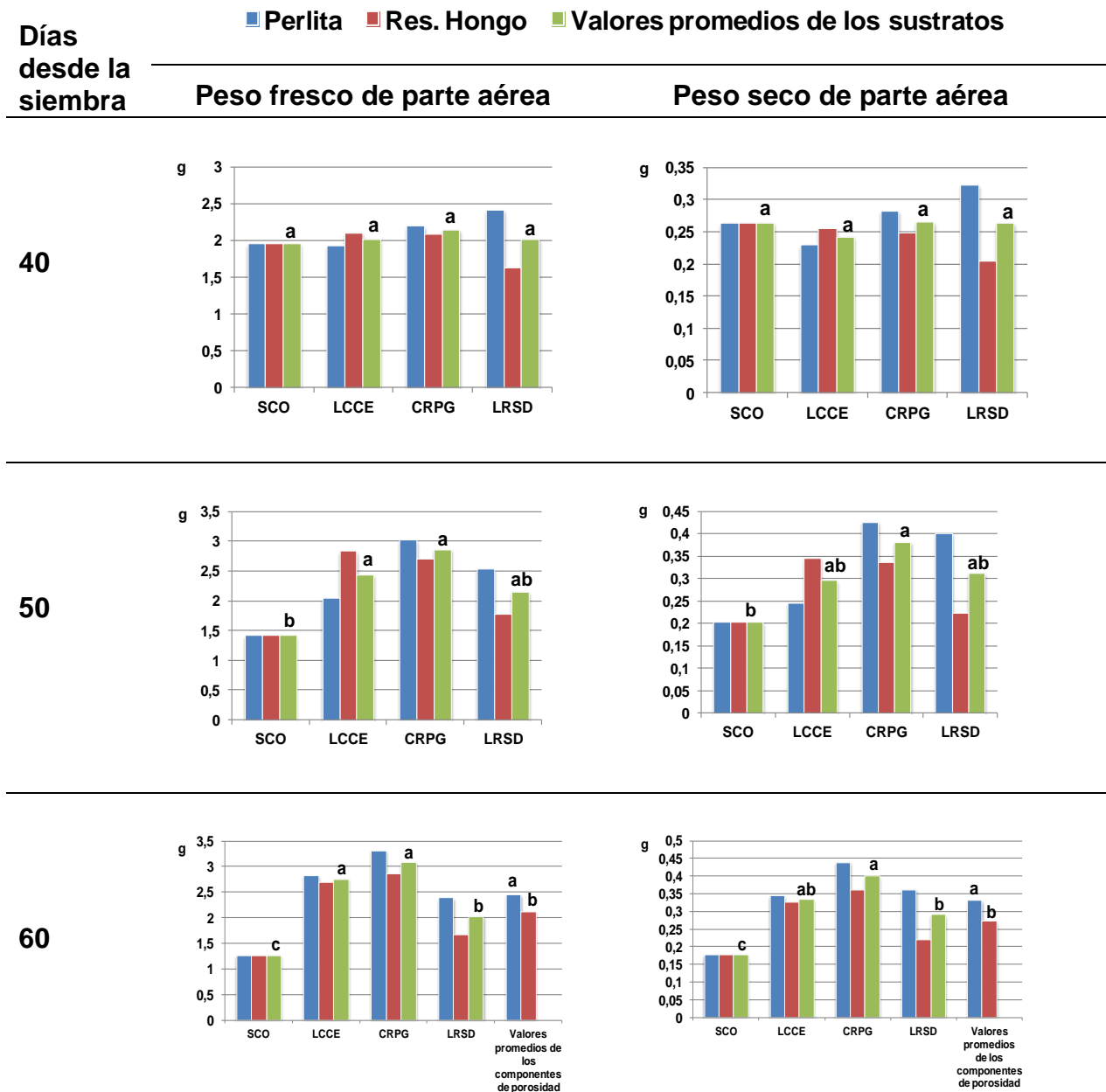
A los 40 días desde la siembra los pesos secos fueron semejantes en todos los sustratos; a los 50 días los plantines crecidos en CRPG presentaron mayores valores y los más bajos fueron los que desarrollaron en el SCO. En el último muestreo, los plantines mostraron similar comportamiento que a los 50 días desde la siembra y el empleo de perlita permitió obtener los mayores valores tanto de peso fresco como de peso seco de la parte aérea (Figura 6).

En plantines de tomate los mayores pesos frescos de parte aérea se obtuvieron cuando se utilizaron sustratos preparados con 60% (v/v) de compost de residuos de jardín más estiércol, mientras que los plantines de pepino presentaron los valores más altos cuando se utilizó el mismo compost en una proporción de 60 y 100% (v/v) (Ghanbari Jahromi y Aboutalebi, 2011). En plántulas de melón los mayores pesos frescos se obtuvieron con un 30% de compost de residuos de poda de olivo y brócoli y un 50 % de compost de residuos de poda de olivo más estiércol vacuno en el medio de crecimiento (Abdelrahman *et al.*, 2012).

La biomasa aérea de plántulas de tomillo fue mayor cuando se desarrollaron en un sustrato con 50 % (v/v) de compost de residuos de la producción de vino (orujo de uva gastado) más estiércol vacuno; por el contrario, el orégano mostró el menor peso fresco aéreo y similar a las plantas crecidas en turba más perlita (Agulló *et al.*, 2011).

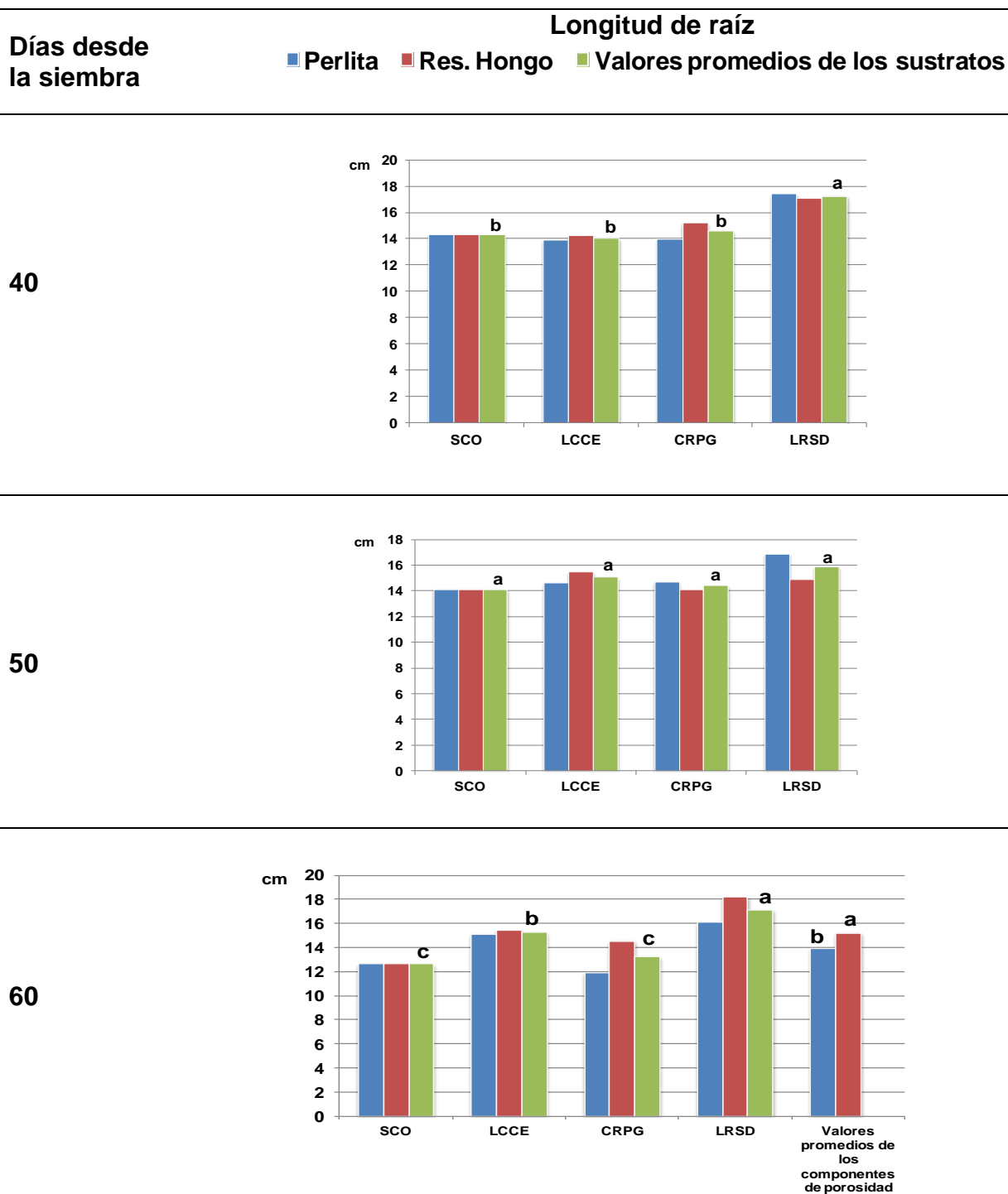
Bárbaro *et al.*, (2013) evaluaron sustratos formulados con distintas proporciones de tres compost de guano de gallina en mezcla con compost de corteza de pino y compararon con un sustrato comercial para el cultivo de plantines de coral (*Salvia splendens*) y de alegría del hogar (*Impatiens walleriana*). En este estudio las mejores características de sustratos para el desarrollo de los

plantines evaluados se lograron cuando se utilizó compost de guano de gallina en una proporción de 20% en la mezcla.



**Figura 6.** Efecto de los sustratos mezclados con perlita o con residuo de la producción de *Pleurotus spp*, sobre los pesos fresco y seco de la parte aérea de los plantines de albahaca en cada uno de los muestreos. Las columnas con las mismas letras no difieren para DMS de Fisher al 5%. Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricomposto de cebolla y estiércol vacuno; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LRSD: lombricomposto producido con residuos orgánicos domiciliarios.

## Variables morfo fisiológicas de raíz



**Figura 7.** Efecto de los sustratos mezclados con perlita o con residuo de la producción de *Pleurotus spp.*, sobre la longitud de raíz de los plantines de albahaca en cada uno de los muestreos. Las columnas con las mismas letras no difieren para DMS de Fisher al 5%. Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricomposto de cebolla y estiércol vacuno; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LRSD: lombricomposto producido con residuos orgánicos domiciliarios.

### **Longitud de raíz**

La longitud radical de las plántulas de albahaca osciló entre 12 y 18 cm. durante el desarrollo del ensayo, los mayores valores se detectaron en las plántulas crecidas en LRSD (Figura 7). En el primer muestreo el mayor desarrollo en raíz se detectó en las plántulas crecidas en el LRSD. En el segundo muestreo no hubo diferencias en la longitud de raíz de albahaca. A los 60 días, tercer muestreo, el valor mayor se observó con la utilización del LRSD. El residuo de la producción de *Pleurotus spp.* como componente de porosidad tuvo el mejor comportamiento para esta variable. Estos resultados coinciden con González (2013) si bien este autor determinó que también el SCO produjo plantines con la mayor longitud de raíz.

Mendoza Hernández (2010) cuando cultivó *Petunia hybrida* en sustratos a base de compost y vermicompost producidos con residuos de la producción de tomate y cáscara de almendra; comprobó que las plántulas con mayor longitud radical fueron las que desarrollaron en el sustrato comercial a base de turba.

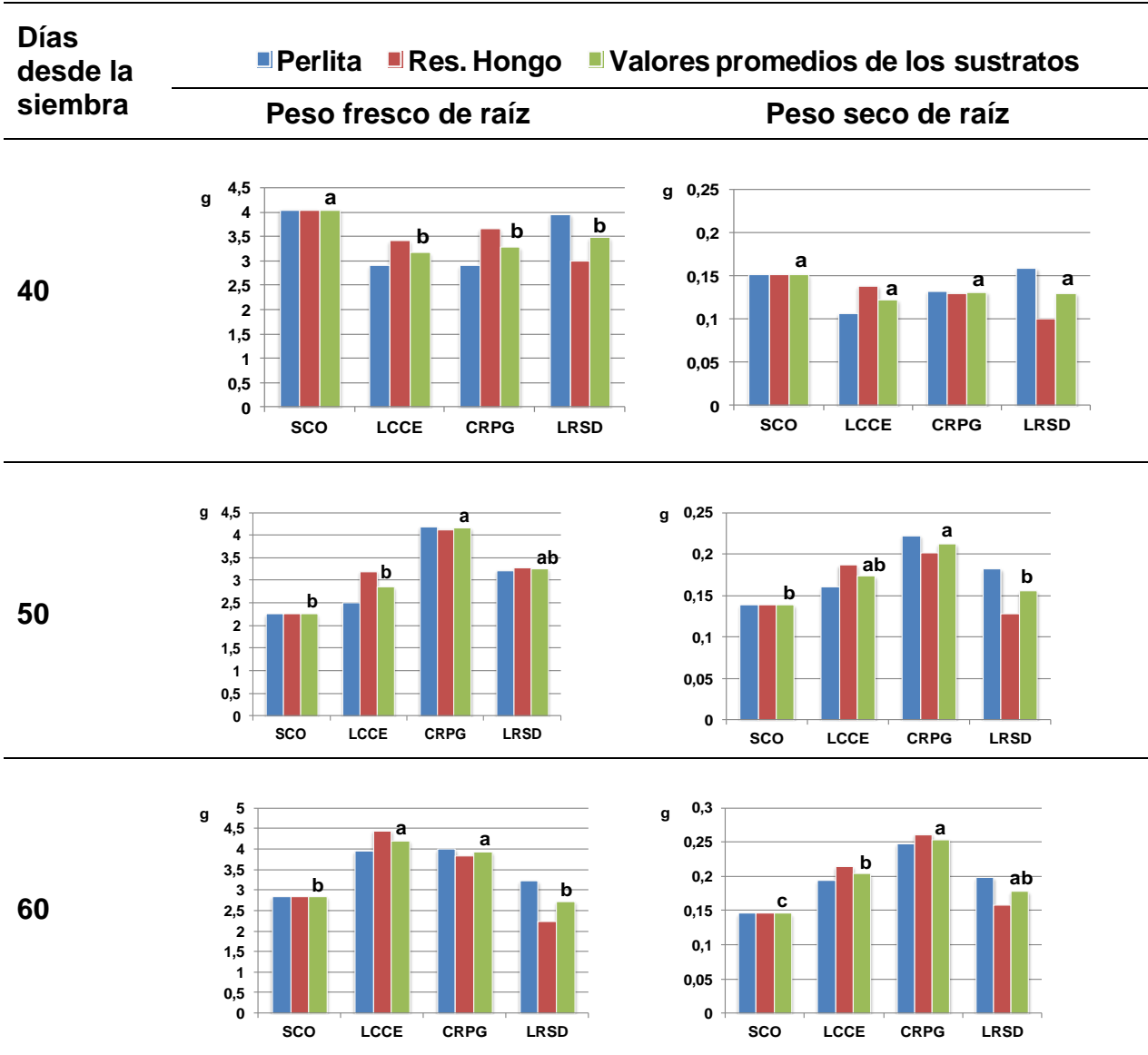
La utilización de compost de residuos de la producción vitivinícola más estiércol vacuno en el medio de crecimiento disminuyó la densidad de raíz en plántulas de tomillo (*Thymus vulgaris*) y orégano (*Origanum vulgare*) (Agulló *et al.*, 2011). En tomate el volumen de raíz fue similar en todos los sustratos ensayados, y en pepino fue mayor cuando se utilizó 100% de compost de residuos de jardín más estiércol vacuno (Ghanbari Jahromi y Aboutalebi, 2011).

### **Pesos fresco y seco de raíz**

Las plantas crecidas en el SCO presentaron el mayor peso fresco de raíz en el primer muestreo, mientras que no se encontraron diferencias significativas entre los sustratos alternativos (Figura 8). A los 50 días desde la siembra el CRPG produjo el mayor peso fresco de las raíces de albahaca. En el último muestreo, los mayores valores se registraron con el LCCE y el CRPG. En lo referente a peso seco, a los 40 días desde la siembra se registraron pesos similares con todos los sustratos. A los 50 días el mayor peso seco de raíz se detectó con el empleo de CRPG, y esta tendencia se mantuvo hasta el último muestreo. Barbaro *et al.*



(2011), compararon un sustrato con 20% de compost de ave de corral con uno comercial sobre el desarrollo de plantas de coral y obtuvieron pesos fresco y seco de raíz similares. López Castro *et al.* (2008) reportaron un incremento del 21 % en el valor medio de la biomasa de plantas de *Salvia officinalis* que crecieron en suelo mezclado con 33 % de residuo de la producción de *Pleurotus* sin lavado previo, en comparación con las que desarrollaron en un suelo control.



**Figura 8.** Efecto de los sustratos mezclados con perlita o con residuo de la producción de *Pleurotus spp*, sobre los pesos fresco y seco de la raíz de los plantines de albahaca en cada uno de los muestreos. Las columnas con las mismas letras no difieren para DMS de Fisher al 5%. Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricomposto de cebolla y estiércol vacuno; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LRSD: lombricomposto producido con residuos orgánicos domiciliarios.

### **Contenidos de clorofila en hoja y nutrientes en parte aérea**

A continuación se presentarán los valores promedios detectados en el tejido vegetal de las plantas de albahaca que desarrollaron en el sustrato comercial y en los sustratos alternativos indistintamente mezclados con perlita o residuo de la producción de *Pleurotus spp.*

#### **Clorofila total en hojas**

El contenido de clorofila total en las hojas de las plántulas crecidas en CRPG, se incrementó a lo largo del ensayo, llegando a su máximo valor a los 50 días desde la siembra, en comparación con las desarrolladas en el SCO, en el que, el contenido de clorofila disminuyó durante el desarrollo del plantín, alcanzando la mínima concentración a los 60 días, pudiéndose observar síntomas de clorosis y amarillamiento en las hojas (Figura 9). González (2013) también observó aumento del nivel de clorofila a medida que avanzaba el ensayo en las plantas cultivadas en CRPG y LRSD en mezcla con perlita o residuo de la producción de *Pleurotus spp.*

La clorofila en la hoja está estrechamente relacionada con la concentración de N y por lo tanto, refleja el estado nutricional con respecto a este importante nutriente (Ghanbari Jahromi y Aboutalebi, 2011) (Figura 10).

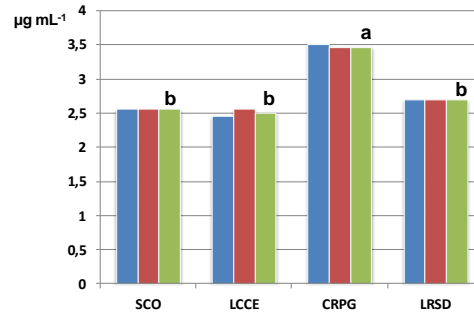
Ghanbari Jahromi y Aboutalebi (2011), determinaron que el contenido de clorofila en plantines de tomate y pepino aumentó con el incremento de la proporción de compost de residuos de jardín más estiércol vacuno en el sustrato. Estos autores concluyeron que el compost utilizado (C/N 14) presentaba suficiente estabilidad y madurez para un adecuado suministro de nutrientes para las plantas, de manera similar al compost y los lombricompostos empleados en este ensayo (Tabla 1).

Días desde  
la siembra

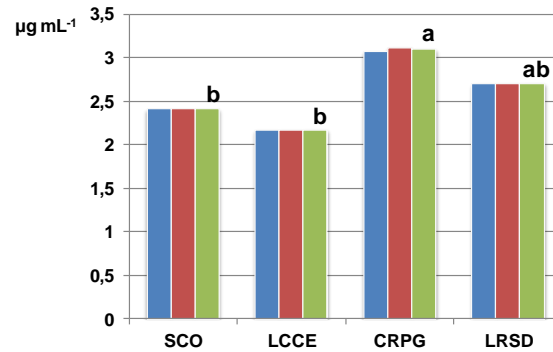
### Clorofila total en hojas

■ Perlita ■ Res. Hongo ■ Valores promedios de los sustratos

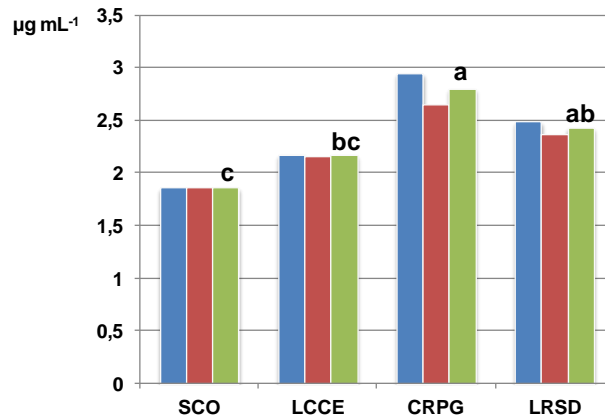
40



50



60



**Figura 9.** Efecto de los sustratos mezclados con perlita o con residuo de la producción de *Pleurotus spp.*, sobre el contenido clorofila total en hojas de plantines de albahaca en cada uno de los muestreos. Las columnas con las mismas letras no difieren para DMS de Fisher al 5%. Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricompost de cebolla y estiércol vacuno; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LRSD: lombricompost producido con residuos orgánicos domiciliarios.

### **Nitrógeno en parte aérea**

Los niveles más altos de este nutriente se detectaron en la parte aérea de las plántulas que crecieron en el compost de residuos de poda y gallinaza (CRPG) mientras que los valores más bajos se encontraron en aquellas que desarrollaron en el sustrato comercial (SCO) (Figura 10). Por el contrario González (2013) determinó los mayores contenidos en plántulas de albahaca crecidas en el lombricompost de residuos sólidos domiciliarios (LRSD) independientemente del componente de porosidad utilizado.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Mendoza-Hernández (2010) en plantas de alegría del hogar (*Impatiens walleriana*) las que presentaron elevadas concentraciones de N cuando se cultivaron en sustratos a base de lombricompost preparado con residuos de la producción de tomate y cáscara de almendra.

Bustamante *et al.* (2011) utilizando compost elaborado con residuos de la producción de vino más estiércol vacuno a razón de 40% y 60% (v/v) en el medio de crecimiento obtuvieron mayores concentraciones de N en plantines de lechuga y sandía. Agulló *et al.* (2011) obtuvieron con el mismo compost pero a una proporción de 25% (v/v) mayores contenidos de N en plántulas de tomillo y orégano, en comparación con un sustrato comercial a base de turba.

Mediante un ensayo en macetas López Castro *et al.* (2008) estudiaron el efecto de la adición de un residuo similar al empleado en este estudio, sobre el contenido de N de plantas de *Salvia officinalis*. Estos autores encontraron niveles superiores de este nutriente en las plántulas que crecieron en suelo + residuo de la producción de *Pleurotus spp.* sin lavado previo, en comparación con las desarrolladas en el suelo control y en el suelo + residuo previamente lavado.

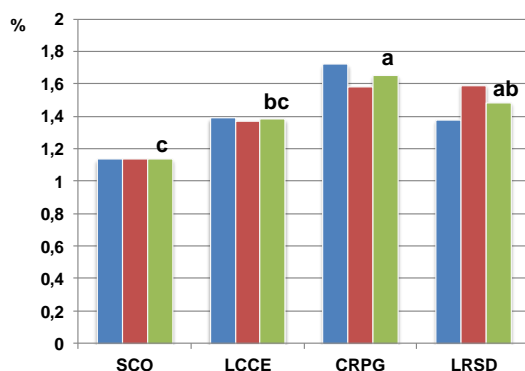
Ribeiro *et al.* (2007) utilizando un material compostado obtenido a partir de la fase sólida de purín de porcino + residuos forestales a razón de 50%, 75% y 100% (v/v) como sustrato en la producción de plantines de tomate y lechuga, comprobaron que a medida que aumentaba el porcentaje de compost se incrementaba la concentración de N en los tejidos vegetales.

Días desde  
la siembra

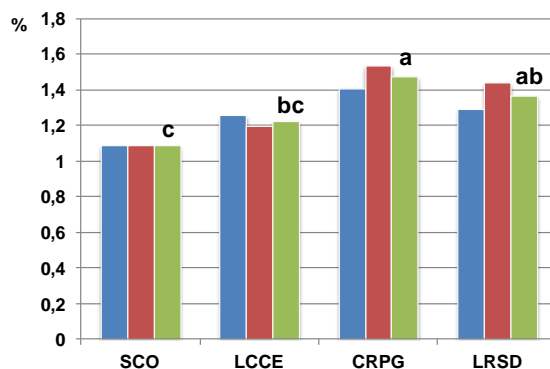
Nitrógeno en parte aérea

■ Perlita ■ Res. Hongo ■ Valores promedios de los sustratos

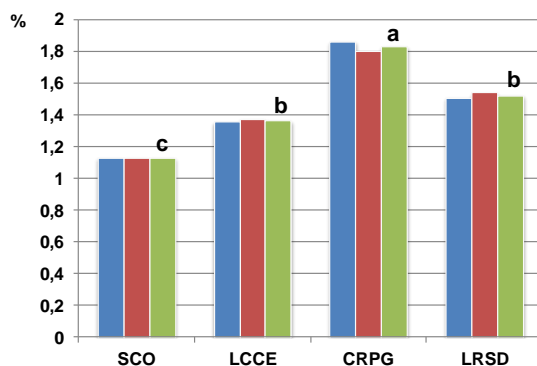
40



50



60



**Figura 10.** Efecto de los sustratos mezclados con perlita o con residuo de la producción de *Pleurotus spp.*, sobre el contenido de nitrógeno en la parte aérea de los plantines de albahaca en cada uno de los muestreos. Las columnas con las mismas letras no difieren para DMS de Fisher al 5%. Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricomposto de cebolla y estiércol vacuno; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LRSD: lombricomposto producido con residuos orgánicos domiciliario.

### **Fósforo en parte aérea**

A los 40 días desde la siembra los contenidos fueron similares en las plantas crecidas en SCO, LCCE y LRSD y superaron el 0,4 % (Figura 11). A los 50 y 60 días de la siembra las plántulas desarrolladas en el LCCE fueron las que presentaron la mayor concentración de este nutriente. Por el contrario, González (2013) en el ensayo que realizó en época otoñal, observó que los plantines de albahaca crecidos en el CRPG presentaron los mayores contenidos de fósforo en todos los muestreos realizados, independientemente del componente de porosidad utilizado.

Bustamante *et al.* (2011) obtuvieron mayores concentraciones de P en plantines de lechuga y plántulas de sandía crecidas en sustratos con 40 y 60 % (v/v) de compost. Agulló *et al.* (2011), utilizando el mismo compost en un 25% (v/v), encontró el mayor contenido de P en plántulas de orégano.

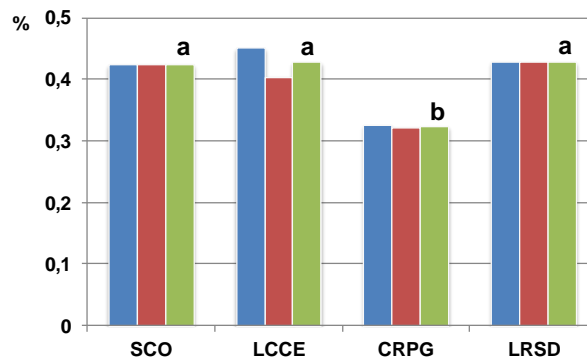
A diferencia de lo observado para N, las plantas de *Salvia officinalis* que desarrollaron en un suelo + residuo de *Pleurotus* previamente lavado, mostraron niveles de P superiores a los detectados en las plántulas que crecieron en el suelo control y en el suelo + residuo sin lavar (López Castro *et al.*, 2008).

Días desde  
la siembra

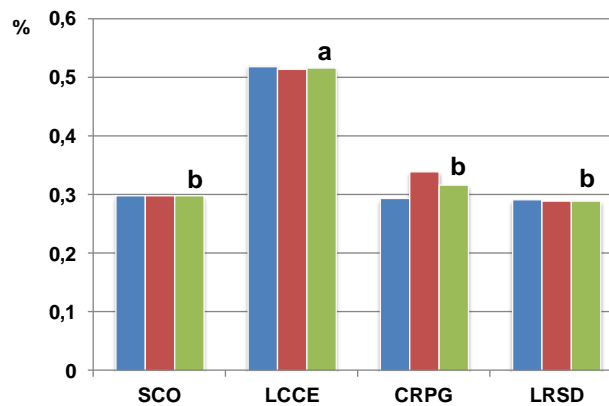
Fósforo en parte aérea

■ Perlita ■ Res. Hongo ■ Valores promedios de los sustratos

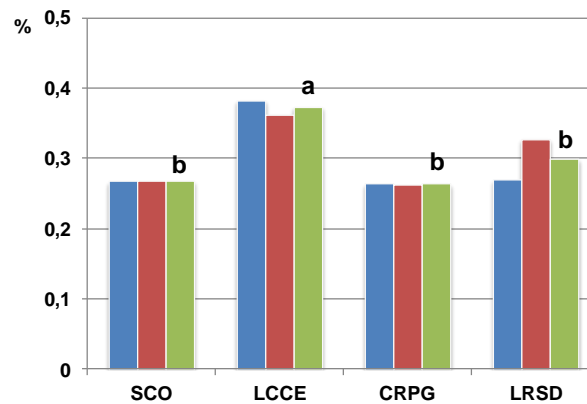
40



50



60



**Figura 11.** Efecto de los sustratos mezclados con perlita o con residuo de la producción de *Pleurotus spp.*, sobre el contenido de fósforo en la parte aérea de los plantines de albahaca en cada uno de los muestreos. Las columnas con las mismas letras no difieren para DMS de Fisher al 5%. Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricomposto de cebolla y estiércol vacuno; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LRSD: lombricomposto producido con residuos orgánicos domiciliarios.

### **Potasio en parte aérea**

A los 40 días desde la siembra los niveles más altos oscilaron entre 3,5 y 4,5 % y se detectaron en las plántulas que desarrollaron en CRPG y LCCE; a los 50 días, el contenido de K se mantuvo mayor en las plantas desarrolladas en el LCCE. A los 60 días se determinaron concentraciones similares de este nutriente en la parte aérea de albahaca crecidas en el sustrato comercial y en los alternativos oscilando los valores de este nutriente entre 2 y 2,5 % en los tejidos vegetales (Figura 12).

El mayor contenido de K encontrado en los tejidos de la parte aérea correspondió a las plantas de albahaca desarrolladas en CRPG, independientemente del componente de porosidad presentando un comportamiento similar que el nutriente fósforo en el transcurso del ensayo otoñal (González, 2013).

Mendoza Hernández (2010) obtuvieron altas concentraciones de K en los tejidos de plantas de alegría del hogar (*Impatiens walleriana*) cuando éstas desarrollaron en compost base de residuos de la producción de tomate y cáscara de almendra, en comparación con un vermicompost preparado con los mismos materiales de partida. Bustamante *et al.* (2011) utilizando compost elaborado con residuos de la producción de vino más estiércol vacuno a razón de 60% (v/v) en el medio de crecimiento obtuvieron mayores concentraciones de K en plantines de lechuga. En cambio cuando se estudiaron distintas proporciones de esta enmienda en plántulas de sandía, se encontraron altos contenidos en todas las ellas. Agulló *et al.* (2011) detectó mayores niveles de este nutriente en plántulas de tomillo, cuando empleó el mismo compost pero en una proporción del 50% (v/v). Ribeiro *et al.* (2007) detectaron que la concentración de K en los tejidos vegetales de lechuga y tomate disminuía con el aumento del porcentaje de compost en el sustrato.

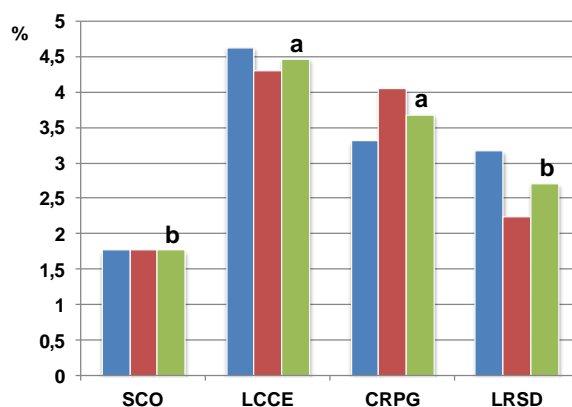


Días desde  
la siembra

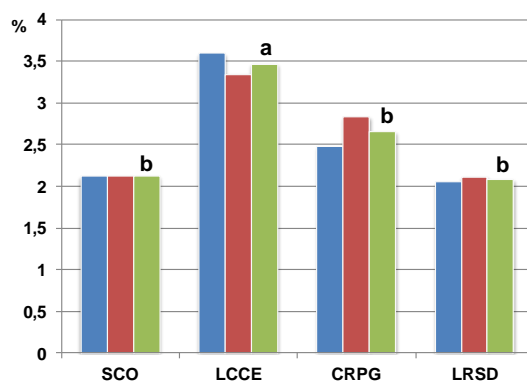
### Potasio en parte aérea

■ Perlita ■ Res. Hongo ■ Valores promedios de los sustratos

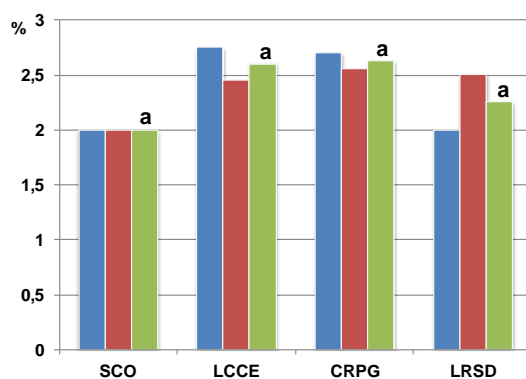
40



50



60



**Figura 12.** Efecto de los sustratos mezclados con perlita o con residuo de la producción de *Pleurotus spp.*, sobre el contenido de potasio en la parte aérea de los plantines de albahaca en cada uno de los muestreos. Las columnas con las mismas letras no difieren para DMS de Fisher al 5%. Referencias: SCO: sustrato comercial; LCCE: lombricomposto de cebolla y estiércol vacuno; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LRSD: lombricomposto producido con residuos orgánicos domiciliarios.

## Conclusiones

- ⇒ El empleo del compost preparado con residuos de poda y gallinaza (CRPG) como componente de sustratos incrementó la altura, el número de hojas, área foliar y los contenidos de N, K y clorofila en la parte aérea de las plántulas de albahaca, lo que contribuyó a mejorar su calidad con respecto a las obtenidas con el sustrato comercial (SCO).
- ⇒ La utilización del lombricompuesto de residuos de cebolla y estiércol vacuno (LCCE) produjo un aumento del número de hojas, área foliar y contenidos de P y K de los plantines, los cuales presentaron características morfológicas y fisiológicas similares a los que crecieron en el compost de residuos de poda y gallinaza (CRPG).
- ⇒ Las plántulas que desarrollaron en el sustrato con lombricompuesto de residuos sólidos domiciliarios (LRSD) mostraron un desarrollo menor que las que crecieron en los otros materiales alternativos pero mayor que las cultivadas en el sustrato comercial (SCO).
- ⇒ El empleo del residuo de la producción de *Pleurotus* spp., en mezcla con los lombricompuestos y compost no produjo ningún beneficio al aspecto de las plántulas de albahaca y provocó lentitud en la emergencia.
- ⇒ Los lombricompuestos y compost estudiados podrían emplearse como componente de sustratos en mezcla con perlita en una proporción 75% (v/v), con lo que constituirían una alternativa a los sustratos comerciales a base de turba para la producción de plantines hortícolas.
- ⇒ El menor envejecimiento observado hacia el final del ensayo en los plantines desarrollados en los sustratos alternativos indicaría una mayor vida útil en los envases antes de su comercialización.

## Bibliografía

- Abad, M. y Puchades, R. 2002. Compostaje de residuos orgánicos generados en la hoya de buñol (Valencia) con fines hortícola. Ed. Asociación para la Promoción Socioeconómica Interior Hoya de Buñol, Valencia.
- Abad, M.; Noguera, P. y Carrión, C. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Tratado de cultivo sin suelo (3ª Ed.), Mundi-Prensa, Madrid, España. pp 113-158.
- Abdallah, M.M.F., Emara M.F.Z y T.F. Mohammady. 2000. Open field interplanting of oyster mushroom with cabbage and its effect on the subsequent eggplant crop. *Annals of Agricultural Science Cairo* 45(1):281-293.
- Abdelrahman H.M., Ceglie F.G., Erriquens F.G., Verrastro V., Rivera C.M. and Tittarelli F. 2012. Compost based growing media for organic melon seedlings production. *Acta Horticulturae*. (ISHS) 933: 99-106. (<http://www.actahort.org/book>)
- Agulló E., Moral R., Bartual J., Ortiz M., Bustamante M.A., Pérez-Murcia M.D., Pérez-Espinosa A., Cecilia J.A. y Paredes C. 2011. Use of winery-distillery compost in propagation of two aromatic crops. *Acta Hort.* (ISHS) 898: 135-142. (<http://www.actahort.org/book>)
- Allison, L., Jack, H. y Thies, J.E., 2006. Compos and Vermicompost as amendments promoting soil health. In: N. Uphoff (Ed.). *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*. pp. 453-466. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh R & Metzger JD. 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*, 93 (2): 139-144.
- Argüello J, Ledesma A, Núñez S, Rodríguez C & Díaz Goldfarb MC. 2006. Vermicompost effect on bulbing dynamics non-structural carbohydrate content, yield and quality of garlic bulbs (*Allium sativum* L.). 2006. *Hortscience*, 41 (3): 589-592.
- Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S & Metzger JD. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*, 78 (1):11-20.
- Atiyeh RM, Arancon N, Edwards CA & Metzger JD. 2000. Influence of earthwormprocessed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology*, 75 (3): 175-180.

- Batista, J.G., Batista, E.R.B. y F.F. Mateus. 2000. Effectiveness of two biodegradation methods on the physical characteristics of compost for horticulture proposes. *Acta Horticulturae (ISHS)* 517:293-302.
- Barbaro, L.A.; Karlanian, M.A.; Rizzo, P.F., Riera, N.I. Della Torre, V.; Beltrán, M. y Crespo, D.E. 2013. Compost de guano de gallina en la composición de sustratos para la producción de plantines florales. *Agriscientia* 30(1): 25-35.
- Barbaro, L.A.; Karlanian, M.A.; Morisigue, D.E.; Rizzo, P.F.; Riera, N.I.; Della Torre, V. y Crespo, D.E. 2011. Compost de ave de corral como componente de sustratos. *Ci. Suelo* 29(1): 83-90.
- Bench, M. L., Woodard, R., Harder, M.K., Stantzos, N. 2005. Waste minimisation: home digestion trials of biodegradable waste. *Resources, Conservation and Recycling* 45: 84-94.
- Bernal, M.P., Albuquerque, J.A. y Moral, R., 2009. Composting of animal manures and Chemicals criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource Technology* 100: 5444-5453.
- Blater J.A., Jourdan N.B., Viollaz J.C., Villanova E., Díaz F. y Chiesa, A. 2010. Evaluación de sustratos en la producción de plantines de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el cinturón hortícola de Colón (provincia de Entre Ríos). *Horticultura Argentina (Edición digital)*. 29(70) (resumen) 253.
- Böck J.L., Cecatto A.P., Calvete E.O. e Grando, M.F. 2011. Avaliação de sustratos na produção de mudos de alface roxa. *Horticultura Argentina (Edición digital)*. 30(73) (resumen) 227.
- Bustamante M.A., Moral R., Agulló E., Pérez-Murcia M.D., Pérez-Espinosa A., Medina E.M. y Paredes C. 2011. Use of winery-distillery composts for lettuce and watermelon seedlings production. *Acta Hort. (ISHS)* 898: 143-150. (<http://www.actahort.org/book>).
- Butler, T.A., Sikora, L.J., Steinhilber, P.M y Douglass, L.W. 2001. Compost age and sample storage effects on maturity indicators of biosolid compost. *Journal of Environmental Quality* 30: 2141-2148.
- Cabanillas C, Ledesma A & Del Longo O. 2006. Biofertilizers (vermicomposting) as sustainable alternative to urea application in the production of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Molecular Medicinal Chemistry*, 11: 28-30.
- Cabanillasa, C.; Stobbiab, D. y Ledesma, A. 2011. Tecnologías Limpias Alternativas (Biofertilizantes) a la Urea en la Producción de Albahaca en Estación y Contraestación. *Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. São*

Paulo – Brazil – May 18th-20ndth. CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD.

- Campitelli, P. 2010. Calidad de compost y vermicompuestos para su uso como enmiendas orgánicas en suelos agrícolas. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. 231 pp.
- Carrión, C., Abad, M. y Puchades, R., 2006. Desarrollo de Nuevos Sustratos de Cultivo para la Producción de Planta Ornamental en Maceta a partir de Residuos de Cultivos Hortícolas. Tesis Doctoral. Valencia.
- Climent, M. D.; Abad, M.; Aragón, P. 1996. El Compost de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Sus Características y Aprovechamiento en Agricultura. Ediciones y Promociones LAV S.L., Valencia.
- Criner, G., Kezis, A. y O'Connor, J., 1995. Regional composting of waste paper and food. *Biocycle* 36: 66-67.
- Curioni A. y Arizio O. 2006. Plantas aromáticas y medicinales-labiadas-. Editorial Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires. 193 pp.
- Di Renzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Díaz-Peréz M. y Camacho-Ferre, F. 2010. Effect of composts in substrates on growth of tomato transplants. *HortTechnology* 20(2): 361-367.
- Díaz-Peréz M., González F., Moreno O. y Camacho, F. 2011. Use of composts from municipal wastes as substrates to produce tomato and melon seedlings in nurseries. *Acta Hort.* (ISHS) 898: 159-163. (<http://www.actahort.org/book>)
- Domínguez, J., 2004. State of the art and new perspectives on vermicomposting research. In: Edwards, C.A. (Ed). *Earthworm Ecology*. 2nd ed. Pp. 381-424. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Edwards, C.A. y Arancon, N.Q., 2004. The use of earthworms in the breakdown of organic wastes to produce. In: Edwards Ecology. 2nd ed. pp. 345-379. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Elvira, C., Goicoechea, M., Sampedro, L., Mato, S. y Nogales, R., 1996. Bioconversion of solid paper-pulp mill sludge by earthworms. *Bioresource Technology* 57: 173-177.

- Elvira, C., Sampedro, L., Benítez, E., y Nogales, R., 1998. Vermicomposting of sledges from paper mill and dairy industries with *Eisenia Andrei*: A pilot-scale study. *Bioresource Technology* 63: 205-211.
- Eweis, J., Ergas, S., Chag, D. y Schoroeder, E., 1999. Principios de Biorrecuperacion. MacGraw-Hill. España. Madrid.
- Fenech-Larios, L., E. Troyo-Diéguez; M. Trasviña-Castro; F. Ruiz-Espinoza; A. Beltrán-Morales; B. Murillo-Amador; J. García-Hernández; S. Zamora-Salgado. 2009. Relación entre un método no destructivo y uno de extracción destructivo, para medir el contenido de clorofila en hojas de plántula de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). *Universidad y Ciencia, trópico húmedo* 25(1):99-102.
- Garg, P., Gupta, A. y Satya, S., 2006. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: A comparative study. *Bioresource Technology* 97: 391-395.
- Ghanbari, M y Aboutalebi, A. 2011. Garden compost as a substrate for vegetable transplant production. *Acta Hort. (ISHS)* 898: 165-170. (<http://www.actahort.org/book>)
- Ghoname A.A., Abdalla A.M., El-Abd S.O. and Darweish S.N.A. 2009. Suitability of compost mixtures as transplanting media for some vegetable seedlings. Libro de resúmenes del 5<sup>th</sup> International Symposium on seed, transplant and stand establishment of horticultural crops. 28-P: 67.
- González, E.B. 2013. Producción orgánica de plantines hortícolas: Empleo de materiales alternativos como componentes de sustrato. Trabajo de Intensificación profesional, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. 50 pp.
- Greenpeace Argentina. 2005. Recomendaciones para un Tratamiento Ambientalmente Saludable de los Residuos Orgánicos. Junio. Campaña Contra la Contaminación. [www.greenpeace.org.ar/basuracero](http://www.greenpeace.org.ar/basuracero)
- Grondona, A. 2008 Evaluación de sustratos alternativos para la producción de plantines hortícolas. Trabajo de Intensificación profesional, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. 40 pp.
- Guasch, S.G.; Gómez, E.L; Villar Ramirez, N.E; Gonzalez, E. e Iglesias, M.C. 2012. Aplicación de diferentes dosis de compost y lombricompost en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*). Resumen 144. *Horticultura Argentina* 31 (76): Sep.- Dic. 2012, ISSN de la edición on line 1851-9342.

- Herrera, F.; Castillo, J.E.; Chica, A.F. y López Bellido, L. 2008. Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. *Bioresource Technology* 99: 287-296.
- Huerta, O., López, M., Soliva, M., Zaloña, M. 2008. Compostaje de residuos municipales: Control del proceso, rendimiento y calidad del producto. Documento resumen del trabajo del Grupo de Caracterización, tratamiento y diagnóstico de residuos orgánicos de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. ISBN 978-84-693-3036-4. 330 pp.
- Javanmardi J. y Alizade A. 2009. Local organic wastes for organic transplant production. Libro de resúmenes del 5<sup>th</sup> International Symposium on seed, transplant and stand establishment of horticultural crops. 30-P: 68-69.
- Jimenez, F.; Escalona, A.; Acevedo, I. 2010. Compost de champiñonera y vermicompost como sustrato para el desarrollo de plántulas de pimentón. *Agronomía Tropical*. v. 60. n. 3. Maracay.
- Krieger, S.; Herrando; C.; Gómez S. y Cardozo. R. 2010. Evaluación de Compost y Lombricompost como Sustratos para Plantines de Pimiento para Pimentón (*Capsicum Annum* L.). *Ciencia*, Vol. 5, Nº 13, página 25-33. Cátedra Microbiología Agrícola. UNSA. Avda Bolivia 5150 (4400).
- Larsen, A., Astrup, T. 2011. CO<sub>2</sub> emission factors for waste incineration: Influence from source separation of recyclable materials. *Información Tecnológica* 18 (6): 75-82.
- Liang, C., Das, K.C. and McClendon, R.W., 2003. The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend.
- Loh, T.C., Lee, Y.C., Liang, J.B. y Tan, D., 2005. Vermicomposting of a cattle and goat manures by *Eisenia foetida* end their growth and reproduction performance. *Bioresource Techonology* 96: 111-114.
- López Castro R.I., Delmastro S. y Curvetto. 2008. Spent oyster mushroom substrate in a mix with organic soil for plant pot cultivation. *Micol.Apl.Int.*, 20(1): 17-26.
- Martínez-Blanco, J.; Colón, J.; Gabarrell, X.; Font, X.; Sánchez, A.; Artola, A.; Rieradevall, J. 2010. The use of life cycle assessment for the comparison of bio waste composting at home and full scale. *Waste Management* 30: 983–994.

- Marrero Vega G., Escandón Ma. C., Soto R., Mendoza A.. 2015. INSTRUCTIVO TECNICO DEL CULTIVO DE LA ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L) en Cuba. Estación Experimental de Aceites Esenciales. Unión de Jabonería y Perfumería. SUCHEL. Industria Ligera.  
[www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5178/albahaca.pdf](http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5178/albahaca.pdf)
- Mason, I.G., Oberender, A., Brooking, A.K. 2004. Source separation and potential re-use of resource residuals at a university campus. *Resources, Conservation and Recycling* 40: 155-172.
- Melgar, R., 2003. Posibilidad de valorización de subproductos generados por la agroindustria del olivar. Tesis Doctoral. Granada.
- Melgar, R.y Pascual-Alex M.I. 2011. Potencial use of vermicompost and compost from intensive horticultural wastes for cucumber seedbeds. *Acta Hort. (ISHS)* 898: 171-176. (<http://www.actahort.org/book>)
- Mendoza Hernández, D., 2010. “Vermicompost y Compost de Residuos Hortícolas como Componentes de Sustratos para la Producción de Planta Ornamental y Aromática. Caracterización de los Materiales y Respuesta Vegetal”. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.340 pp.
- Miglierina A.M., Ayastuy M.E., Rodríguez R.A., Frayssinet S., Lobartini J.C. y Persiani L. 2010. Efecto de sustratos sobre el crecimiento de plantines de albahaca. Resúmenes XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, pag. 114. Trabajo completo en CD-ROM.
- Miglierina, A.M.; Ayastuy, M.E.; Rodríguez, R.A. and Fernández, J.A. 2011. Alternative materials as substrates for seedlings production. *Acta Hort. (ISHS)* 898: 211-217. (<http://www.actahort.org/book>)
- Miyatake, F. and Iwabuchi, K., 2006. Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure.
- Moncayo Luján<sup>1</sup> M. del R., Álvarez Reyna<sup>1</sup> V. de P., González Cervantes<sup>2</sup> G., Salas Pérez<sup>3</sup> L. y Chávez Simental<sup>4</sup> J. A. 2015. Producción orgánica de albahaca en invernadero en la comarca lagunera. *Terra Latinoamericana* 33 (1): 68- 77.
- Moral, R., Paredes, C., Bustamante, M.A., Marhuenda-Egea, F y Bernal M.P., 2009. Utilization of manure composts by high-value crops: safety and environmental challenges. *Bioresource Technology* 100: 5454-5460.
- Moreno, J. y Moral, R., 2008. Compostaje. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.



- Nogales, R., Domínguez, J., y Mato, S., 2008. Vermicompostaje. En: Moreno, J. y Moral, R. (Eds). Compostaje. pp. 187-207. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Ortega-Martínez, L. D.; Sánchez-Olarte, J.; Díaz-Ruiz, R.; Ocampo-Mendoza, J. 2010. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL). Ra Ximhai, vol. 6, núm. 3, septiembre-diciembre, pp. 365-372. Universidad Autónoma Indígena de México. El Fuerte, México. <http://www.redalyc.org/articulo>.
- Pascual, J.A., García, C. y Hernández, T., 1999. Comparison of fresh and composted organic waste in their efficacy for the improvement of arid soil quality. *Bioresource Technology* 68: 225-264.
- Pellegrini, A.; Lanfranco, J.; Vacisek, A.; Gelati, P. y Palancar, T. 2014. Capacitación para el reciclado de residuos orgánicos. Fuente de sustratos, abonos y acondicionadores de suelos degradados. Segunda Edición. Universidad Nacional de La Plata .Secretaría de Extensión Universitaria.
- Pellejero y Miglierina. 2013. Efecto de la aplicación de compost sobre la productividad y el nivel foliar de nutrientes de un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). Resumen, pag. 159. *Horticultura Argentina* 32 (79). ISSN de la edición on line 1851-9342.
- Peña, D., 2002. Análisis de datos multivariantes. Mc Graw-Hill. Madrid.
- Pieters, R. G. M. 1986. Participation in source separation projects: Design characteristics and perceived costs and benefits. *Resources and Conservation* 12 (2): 95–111.
- Plaza, C., Nogales, R., Senesi, N., Benitez, E., y Polo, A., 2008. Organic matter humification by vermicomposting of cattle manure al one mixed with two-phase olive pomace. *Bioresource Technology* 99: 5085-5089.
- Raviv, M., 2005. Production of high quality compost for horticultural purposes.
- Ribeiro, H. M.; Romero, A.M.; Pereira, H.; Borges, P.; Cabal, F. Y Vasconcelos, E. 2007. Evaluation of compost obtained from forestry wastes and solid phase of pig slurry as a substrate for seedlings production. *Bioresource Technology* 98: 3.294-3.297.
- Rivera S. F. 2008. Utilización de residuos de palma de sombrero (*Brahea dulcis*) como sustrato de cultivo. [www.utm.mx/~mtello/Extensos/extenso270809.pdf](http://www.utm.mx/~mtello/Extensos/extenso270809.pdf)
- Rosal, A.; Pérez, J.P.; Arcos, M.A.; Dios, M. 2007. La incidencia de metales pesados en compost de residuos sólidos urbanos y su uso agronómico en España. *Información Tecnológica* 18 (6):75-82.

- Rotondo, R.; Firpo, I.T.; Ferreras, L.; Toresani, S.; Fernández, S. y Gómez, E. 2009. Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilizante nitrogenado sobre propiedades edáficas y productividad en cultivos hortícolas. *Horticultura Argentina* 28(66): 18-25.
- Saavedra, M., 2007. Biodegradación del Alperujo Utilizando Hongos del Género *Pleurotus* y Anélidos de la especie *Eisenia foetida*. Tesis Doctoral. Granada.
- SAYDS, 2005. Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU) Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina.
- Schejtman L. y Cellucci M. 2014. "Gestión integral de residuos sólidos urbanos: Políticas municipales que promueven la sustentabilidad" Serie Buenas Prácticas Municipales 3. Fundación CIPPEC (Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento), Buenos Aires, agosto de 2014. ISSN 1852-5156
- Solivia, M. 2001. Compostaje y gestión de residuos orgánicos. *Estudios i Monografies* 21. Diputacio de Barcelona, Area de Medi Ambient, Barcelona.
- Solivia, M., López, M. y Huerta, O., 2008. Antecedentes y fundamentos del proceso de compostaje. En Moreno, J. y Moral, R. (Eds). *Compostaje*. Pp.75-92. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Stoffella, P.J. y Kahn, B.A., 2005. Utilización de Compost en los Sistemas de Cultivo Hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Tysko, M.; Chiurco, E.; Valle, J.; Boero, J.; González, M. 2015. Efecto de la mezcla de sustrato de crecimiento y residuos avícolas compostados sobre el crecimiento de plantines de *Spinacea oleracea* L. Libro de resúmenes del 38° Congreso Argentino de Horticultura 5-8 de octubre, Resumen 151, pag. 153. Bahía Blanca, Buenos Aires.
- Vázquez, 2008. Preguntas y respuestas sobre agricultura sostenible. Una contribución a la transformación de los sistemas agrícolas sobre bases agroecológicas. pp 21. [http: www.inisav.cu/publicaciones/otras](http://www.inisav.cu/publicaciones/otras).
- Woodard, R., Bench, M., Harder, M.K., Santos, N. 2004. The optimisation of household waste recycling centres for increased recycling – a case study in Sussex, UK. *Resources, Conservation and Recycling* 43: 75-93.
- Zhuang, Ying, Song-Wei, Wu, Yun-Long, Wang, Wei-Xiang, Wu, Ying-Xu, Chen. 2007. Source separation of household waste: A case study in China. *Waste Management* 28 (10): 2022-2030.

Zucconi, F. y De Bertoldi, M., 1987. Compost specifications for the production and characterization of compost from municipal solid waste. In: De Bertoldi, M., Ferranti, M.P. and Zucconi, F. (Eds.). Compost: Production, Quality and Use. pp. 276-295.

## Anexo fotografías



**Figura 13.** Aspecto de las plántulas de albahaca crecidas en el sustrato comercial y en los diferentes sustratos alternativos más perlita, a los 40 días desde la siembra.  
Referencias: LRSD: lombricompost producido con residuos orgánicos domiciliarios; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LCCE: lombricompost de cebolla y estiércol; SCO: sustrato comercial.



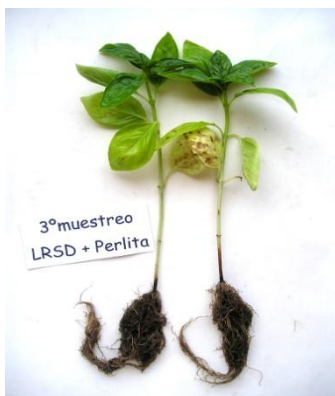
**Figura 14.** Aspecto de las plántulas de albahaca crecidas en los diferentes sustratos alternativos más residuo de la producción de hongos comestibles, a los 40 días desde la siembra.  
Referencias: LRSD: lombricompost producido con residuos orgánicos domiciliarios; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LCCE: lombricompost de cebolla y estiércol; SPH: residuo de la producción de *Pleurotus* spp.





**Figura 15.** Aspecto de las plántulas de albahaca crecidas en los diferentes sustratos alternativos, a los 50 días desde la siembra.

Referencias: LRSD: lombricompost producido con residuos orgánicos domiciliarios; LCCE: lombricompost de cebolla y estiércol; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; H: residuo de la producción de *Pleurotus* spp.; P: perlita; CONT: sustrato comercial.





**Figura 16.** Aspecto de las plántulas de albahaca crecidas en el sustrato comercial y en los diferentes sustratos alternativos más perlita, a los 60 días desde la siembra.  
 Referencias: LRSD: lombricompost producido con residuos orgánicos domiciliarios; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LCCE: lombricompost de cebolla y estiércol; SCO: sustrato comercial.



**Figura 17.** Aspecto de las plántulas de albahaca crecidas en los diferentes sustratos alternativos más residuo de la producción de hongos comestibles, a los 60 días desde la siembra.  
 Referencias: LRSD: lombricompost producido con residuos orgánicos domiciliarios; CRPG: compost de residuos de poda y gallinaza; LCCE: lombricompost de cebolla y estiércol; SPH: residuo de la producción de *Pleurotus* spp.