

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO  
NATURAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

MÁSTER DE PRODUCCIÓN VEGETAL Y ECOSISTEMAS AGROFORESTALES



## **Influencia de los abonos de liberación lenta y de sustratos con textiles industriales en el cultivo de *Pelargonium zonale* y *Osteospermum ecklonis*.**

**Tesina de Máster**

Presentada por:

**Sara Murciano Silla**

Dirigida por:

**Prof. D. Alberto San Bautista Primo**

**D<sup>a</sup>. María Borrás Torres**

VALENCIA, diciembre 2013



## Resumen

La producción de planta ornamental es un importante sector que consume diversidad de sustratos, principalmente turbas rubia y negra, perlita, fibra de coco y poliestireno expandido, pero la preocupación por el medio ambiente lleva a la búsqueda de nuevos sustratos. En estos cultivos, prácticamente se ha abandonado el uso de abonos tradicionales, empleándose casi de forma exclusiva los fertilizantes de liberación lenta, la fertirrigación o la combinación de ambas técnicas.

Con el fin de reducir los costes de cultivo, en este trabajo se evaluó la influencia de los residuos textiles procedentes del reciclado de neumáticos como medio de cultivo, y se estudió a su vez, la aplicación de abonos de liberación lenta a distintas dosis (0 y 2 g planta<sup>-1</sup>) en *Pelargonium zonale* y *Osteospermum ecklonis*. Se utilizaron 5 tipos de sustratos: Textil (TEX), TEX mezclado con polietileno de aluminio (TEX+PE Al), TEX mezclado con polietileno de cobre (TEX+PE Cu), TEX mezclado con PVC (TEX+PVC), utilizando turba rubia y fibra de coco como testigo (TU+CO). En un segundo experimento, se estudió la influencia de la proporción de textil en sustratos de cultivo a base de turba rubia y fibra de coco en plantas de *Pelargonium zonale*.

Los análisis realizados al final del ciclo de cultivo, mostraron que, las plantas cultivadas con TU+CO presentaron el 100% de plantas comerciales, mientras que las cultivadas con textil alcanzaron un 0%. Las plantas fertilizadas, de manera complementaria, con abono de liberación lenta, presentaron un mayor desarrollo vegetativo y calidad comercial. Del segundo experimento, se obtuvo que, a menor proporción de textil y mayor contenido en fibra de coco en los sustratos a base de turba rubia, mayor fue el desarrollo de las planta y mayor calidad comercial.

## Abstract

Ornamental plant production is an important sector that consumes a variety of substrates; mainly blonde and black peat, perlite, coconut fiber and expanded polystyrene. However, concerns related to environmental issues have led to the search for new substrates. In such cultures, the use of traditional fertilizers has been practically abandoned. Therefore, slow release fertilizers, fertigation or the combination of both techniques are used in an exclusive way.

This research evaluates the influence of textile waste from recycled tires as culture medium at different doses in order to reduce the costs. Additionally, it was studied the application of slow release fertilizer (0 and 2 g plant<sup>-1</sup>) in *Pelargonium zonale* and *Osteospermum ecklonis*. Five different substrates were used: Textile (TEX), TEX mixed with polyethylene aluminum (TEX + PE Al), TEX mixed with polyethylene copper (TEX + PE Cu), TEX mixed with PVC (TEX + PVC) using peat blonde and coconut fiber as a control (TU + CO). In a second experiment, the influence of textiles' proportion in growing media based on peat and coconut fiber in *Pelargonium zonale* plants was studied.

Analyses conducted at the end of the growing cycle, showed that plants grown with CO+TU had 100% of commercial plants, while those grown with textile reached 0%. Plants fertilized in a complementary manner with slow release fertilizer, showed greater vegetative development and commercial quality. Results from the second experiment showed that the lower proportion of textile and the higher proportion of fiber content in coconut based substrates peat, the greater development of the plant and the higher increase in commercial quality.

## ÍNDICE

1.	<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS</b> .....	1
1.1.	Generalidades .....	1
1.2.	<i>Pelargonium zonale</i> .....	2
1.3.	<i>Osteospermum ecklonis</i> .....	5
1.4.	Sustratos .....	6
1.5.	Abonos de liberación lenta .....	10
1.6.	Objetivos .....	14
2.	<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	15
2.1.	Características generales de los experimentos .....	15
2.2.	Experimento 1: Influencia de diferentes sustratos a base de textiles industriales en la producción de <i>Pelargonium zonale</i> y <i>Osteospermum ecklonis</i> . .....	19
2.3.	Experimento 2: Influencia de la proporción de textil industrial en la preparación de sustrato de cultivo. ....	24
2.4.	Análisis estadístico de los resultados .....	26
3.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	27
3.1.	Experimento 1 .....	27
3.1.1.	Plantas comerciales .....	27
3.1.2.	Parámetros vegetativos <i>Pelargonium Zonale</i> .....	27
3.1.2.1.	Número de hojas .....	27
3.1.2.2.	Número de flores .....	29
3.1.2.3.	Peso fresco .....	31
3.1.2.4.	Peso seco .....	34
3.1.2.5.	Color de las hojas .....	37
3.1.3.	Parámetros vegetativos <i>Osteospermum ecklonis</i> .....	41
3.1.3.1.	Número de hojas .....	41
3.1.3.2.	Número de flores .....	43
3.1.3.3.	Peso fresco .....	46
3.1.3.4.	Peso seco .....	49
3.1.3.5.	Color de las hojas .....	52
3.2.	Experimento 2 .....	56
3.2.1.	Plantas comerciales .....	56
3.2.2.	Parámetros vegetativos .....	57
3.2.2.1.	Número de hojas .....	57
3.2.2.2.	Número de flores .....	59
3.2.2.3.	Peso fresco .....	60
3.2.2.4.	Peso seco .....	62
3.2.2.5.	Color de las hojas .....	63
3.3.	Discusión de los resultados .....	66
4.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	69
5.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	70
	ANEJO .....	75



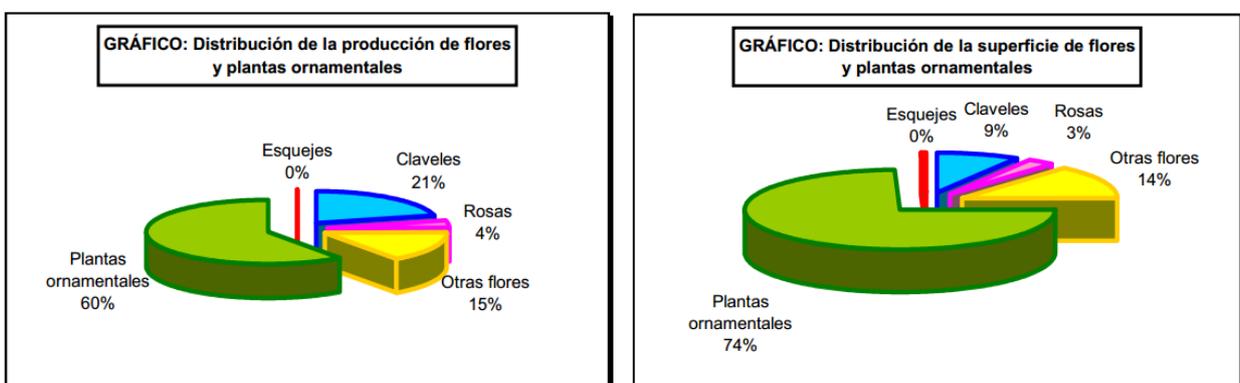
## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Este trabajo se realizó a partir del convenio de colaboración entre las empresas: Viveros Algeplant S.A., dedicada a la producción y distribución de planta ornamental, y Recuperación de Materiales Diversos S.A. (RMD), industria de reciclaje de ámbito internacional, cuya central está ubicada en León, contando con sedes en Barcelona, Sevilla, Tánger y Casablanca. RMD centra su actividad en el tratamiento y valorización de neumáticos fuera de uso, así como de materiales con contenidos metálicos. Además de caucho, los neumáticos están compuestos por fibras reforzantes, textiles y de acero, usualmente en forma de hilos: algodón, nylon y poliéster. A diferencia del caucho, estas fibras no son reciclables, lo que ha llevado a la empresa RMD a buscar alternativas de uso de dichos materiales. Han orientado sus estudios al empleo de estos residuos como sustrato de cultivo en el sector hortícola. Dicho interés, junto con el objetivo de encontrar un sustrato más económico por parte del vivero, han sido los precursores de este trabajo de investigación.

### 1.1. Generalidades

En España, la superficie dedicada a la producción de plantas ornamentales es de 5.538 hectáreas, con una producción de 293.457 miles de plantas. En la Comunidad Valenciana la superficie de cultivo son 126,52 ha con una producción de 7.613 miles de plantas (MAGRAMA, 2011).

**Figura 1.1:** Distribución de la producción y superficie de flores y plantas ornamentales (MAGRAMA, 2011).



Según datos de la Federación Española de Asociaciones de Productores Exportadores de Frutas, Hortalizas, Flores y Plantas Vivas (FEPEX), España se caracteriza por ser un país exportador de flor cortada, teniendo como principales destinos Países Bajos, Reino Unido, Francia y Alemania (por orden de importancia); y de planta ornamental, destinándose su producción principalmente a los mercados de Francia, Italia, Países Bajos y Alemania (Motos Ramos, 2004). En la Comunidad Valencia la balanza comercial es claramente positiva con unas exportaciones por un valor de 77.787.176 euros y unas importaciones de 18.542.396 euros (FEPEX, 2012).

Las perspectivas futuras para la horticultura ornamental en la Península Ibérica son bastante positivas, especialmente en las zonas costeras, que generalmente presentan condiciones idóneas para la producción de planta ornamental, tanto en zonas mediterráneas, como atlánticas. A las ventajas agro-climáticas se une la cercanía a los mercados consumidores de planta ornamental de Europa más importantes y el gran potencial de crecimiento de consumo en España y Portugal (Motos Ramos, 2004).

### **1.2. Pelargonium zonale L.**

En España la producción industrial del *Pelargonium* se inició alrededor de los años 70, aunque en la década de los 60 la producción a nivel europeo se vio gravemente amenazada debido a los daños ocasionados por infecciones bacterianas. Gracias a la aparición del cultivo de tejidos se pudo proceder al saneamiento de las distintas especies del género *Pelargonium* y, por tanto, remontar la producción viverística (Calvo Vergés, 2001).

Un 60% de la producción de geranio corresponde a *Pelargonium zonale* (geranio zonal o común), un 35% a *Pelargonium peltatum* (murciana o gitanilla) un 5% a *Pelargonium grandiflorum* (geranio francés o geranio de pensamiento) y menos de un 1% a geranios de olor (Calvo Vergés, 2001).

Taxonómicamente el geranio se clasifica dentro de la familia *Geraniaceae* Juss. Según distintos autores, esta familia incluye entre cinco y once géneros a los que pertenecen unas 750 especies (Zimmerman 1998). Los géneros más conocidos son

*Erodium* y *Geranium* a nivel de plantas silvestres y *Pelargonium* en Floricultura y Jardinería.

Los miembros de la familia *Geraniaceae* se distribuyen por todo el mundo encontrándose en zonas frías y en zonas tropicales (Europa, especialmente en la zona del Mediterráneo, Asia Central, Australia, África, Norte América, Centro América y Sudamérica). En lo que se refiere al género *Pelargonium* más de un 90% de las, aproximadamente, 280 especies dentro del género son originarias de Sudáfrica, mientras que las especies pertenecientes al género *Geranium* proceden principalmente de Asia Central (Alonso Gómez, 2002).

Las principales especies utilizadas para la obtención de los geranios zonales (*Pelargonium zonale*) se encuentran creciendo de forma natural en el este de Sudáfrica. Esta región, está caracterizada por lluvias abundantes y temperaturas durante el verano moderadas (Alonso Gómez, 2002).

El género *Pelargonium* comprende plantas con los tallos a veces suculentos o engrosados. Las hojas son alternas, pinnadas o palmeadas, simples o compuestas, generalmente lobuladas o dentadas. El peciolo por lo general es largo y las flores dispuestas en falsas umbelas. La corola presenta 5 pétalos libres, dos de ellos a menudo de mayor tamaño que el resto. Los tallos adultos tienden a lignificarse (Lopez-Cuadrado *et al*, 2006). La parte aérea de la planta se caracteriza por estar cubierta de una fina capa pilosa; los pelos glandulares del tallo, peciolo y hoja producen una fragancia de geraniol, característica de estas especies (Alonso Gómez, 2002).

El cultivo del geranio requiere mucha luz (25.000 Lux). y ventilación para obtener un buen desarrollo vegetativo, una floración abundante y evitar el ataque de hongos. La temperatura debe estar comprendida entre 16°C y 22°C durante el día y no bajar de los 12°C por la noche, ya que el crecimiento podría verse notablemente reducido. Es una especie tolerante a la sequía y no soporta las heladas. La densidad de plantación idónea es de 15-20 plantas por metro cuadrado neto para macetas de 13-14 cm de diámetro. Se recomienda eliminar las primeras inflorescencias visibles que

produce el esqueje, las cuales suelen ser más débiles, con el fin de favorecer la ramificación, el crecimiento de la planta y a la vez, mayor uniformidad en la floración del cultivo (Lopez-Cuadrado *et al*, 2006).

Deben cultivarse en un medio con buena capacidad de retención de agua y un pH de 6 a 6,5. Para un máximo crecimiento de las plantas, no deben dejarse secar en exceso los sustratos. Los geranios requieren aplicaciones algo elevadas de fertilizantes y presentan un requerimiento particularmente alto de fósforo y potasio. Si se agregan niveles adecuados de superfosfato ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ) al medio, de forma complementaria puede utilizarse una aplicación constante de 200 ppm de nitrógeno y potasio (Larson, 1980).

Los valores nutritivos (en  $\text{mg L}^{-1}$  de sustrato) deberán ser aproximadamente los siguientes (Comunicación personal de Vivergal S.L., 2012):

**Tabla 1.1:** Concentración de nitrógeno (N), fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) y magnesio (MgO) ( $\text{mg L}^{-1}$  de sustrato) para *Pelargonium zonale*

	Inicio cultivo	Fin cultivo
N	150	250
$\text{P}_2\text{O}_5$	100	200
$\text{K}_2\text{O}$	200	500
MgO	50	100

En los sustratos sin fertilizar, se puede utilizar un abono complejo equilibrado con el riego ( $0,5- 1,5 \text{ g L}^{-1}$ ), después de la plantación y durante la fase principal del cultivo. En la fase de floración, se pueden incrementar los aportes en K (Comunicación personal de Vivergal S.L., 2012).

Ganmore-Neumann y Hagiladi (1992) realizaron un experimento con plantas de *Pelargonium zonale* en el que estudiaron cuatro concentraciones de N (50, 100, 200, y  $400 \text{ mg L}^{-1}$  de N) y se midió el desarrollo de las plantas, la producción de esquejes, y la recuperación del N aplicado. El número de esquejes no se vio afectado por los

tratamientos a excepción de las plantas cultivadas a baja concentración de N ( $50 \text{ mg L}^{-1}$  de N). La proporción de N absorbido por las plantas fue mayor en las tratadas con 50 o  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de N. La concentración mínima de N para ser utilizada en plantas madre de *Pelargonium* fue de  $100 \text{ mg L}^{-1}$  N, y la óptima oscila entre 100 y  $200 \text{ mg L}^{-1}$  de N.

### **1.3. Osteospermum ecklonis (D.C.) Norl**

El género *Osteospermum* L. proviene de la familia *Asteraceae*. Es endémico de Sudáfrica y su nombre común es Dimorfoteca. Es un cultivo de reciente introducción valorado por su facilidad de cultivo, largo periodo de floración y por su vistoso follaje perenne (www.osteospermum.com, 2013).

El *Osteospermum* es una planta herbácea de hoja perenne de hasta 1 metro de altura. Las hojas son lineal-oblongas, elípticas o lanceoladas, de unos 10 cm de longitud, enteras, denticuladas o aserradas con pubescencia glandular (Lopez-Cuadrado *et al.*, 2006). Las flores se disponen en el involucre formando una cabezuela de unos 6 a 10 cm de diámetro según las variedades, siendo las del disco central tubulares y sin lígulas y las de los radios exteriores liguladas. El disco central puede ser de color azul, amarillo o púrpura. El color de los pétalos de las flores externas varía desde el blanco, crema, rosa, púrpura, al amarillo, a veces con diversos tintes en el mismo pétalo (Lopez-Cuadrado *et al.*, 2006). Son solitarias, están dispuestas por encima de las hojas, en pedúnculos de hasta 30 cm y aparecen en gran número (Ballester-Olmos, 2009).

Es una planta que requiere una buena iluminación, ya que favorece la precocidad de la floración a la vez que se obtienen plantas más compactas. Las flores abre de día y cierran de noche. Por el contrario, una luminosidad deficiente provoca un retraso de la floración y plantas con tallos más largos y débiles (Lopez-Cuadrado *et al.*, 2006). Requiere suelo bien drenado y riegos moderados, soporta la escasez de agua (Ballester-Olmos, 2009).

La temperatura óptima del cultivo se sitúa, durante el día, entre  $15^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ . Por la noche, en cambio, el *Osteospermum* requiere temperaturas frías, alrededor de

los 8°C, para inducir los botones florales. Se recomienda que las temperaturas diurnas durante el cultivo no superen los 25°C puesto que ocasionaría una rápida elongación de las plantas, necesitando la aplicación de un regulador del crecimiento. La densidad de plantación idónea es de 20-40 plantas por metro cuadrado neto para macetas de 13-14 cm. En condiciones del litoral mediterráneo, la mejor fecha de plantación se da en español durante el mes de enero para obtener la floración a finales de abril o principios de mayo (Lopez-Cuadrado *et al.*, 2006).

Nowak, *et al.*, (2001) llevaron a cabo un estudio sobre el efecto de la nutrición fosforada sobre el crecimiento, la floración y las hojas de *Osteospermum* variedad Denebola, utilizando un medio de cultivo a base de turba *Sphagnum* modificada con fósforo (como superfosfato triple) a diferentes concentraciones antes de la siembra. Se determinaron parámetros de crecimiento (peso en fresco, altura de planta, diámetro de la planta, número de brotes, longitud de la hoja y el ancho de la hoja), características de floración (número de días desde la siembra hasta la floración, número de botones florales, número de flores y el diámetro de la flor) y nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) en las hojas. Los niveles de fósforo, que variaron entre 1,61 y 3,25 mM por litro de sustrato dieron valores más altos para todos los parámetros estudiados.

#### **1.4. Sustratos**

La producción de planta ornamental en maceta es un importante sector que utiliza diversidad de sustratos, principalmente turbas rubia y negra, perlita, fibra de coco y poliestireno expandido. En general, los medios de cultivo se dividen en diferentes grupos según sus particularidades y por tanto su finalidad. De esta forma, se pueden encontrar sustratos para producción viverística, para multiplicación de plantas, para hidroponía y para jardinería (Coll, 2005).

Entre las propiedades físicas y químicas que debe cumplir un buen sustrato se encuentran una baja densidad aparente, una elevada porosidad total, una estructura estable, que impida la contracción o (hinchazón) del sustrato; una baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique

permanentemente o de modo intermitente, respectivamente; un nivel suficiente de nutrientes asimilables, baja salinidad, un pH ligeramente ácido y moderada capacidad tampón; mínima velocidad de descomposición, bajo coste, fácil de mezclar y desinfectar y con resistencia a cambios extremos físicos, químicos y ambientales (Jimenez y Caballero, 1990; Abad, *et al.*, 2004).

En el caso de la producción hortícola y ornamental, uno de los cambios más importantes ha sido la sustitución del empleo de suelo natural por medios de cultivo de diferente origen y propiedades y en último caso, por soportes inertes que cumplen tan solo una función física. Este proceso ha sido paulatino y se atribuye a distintas razones, como son el aumento de factores limitantes para la continuidad de los cultivos en el suelo natural (salinidad, agentes fitopatógenos, agotamiento de suelos agrícolas, peso, etc.), la necesidad de trasplantar las plantas a lugares distintos de donde fueron cultivadas y la facilidad en el control de factores relacionados con el suministro de agua y nutrientes (Lopez-Cuadrado *et al.*, 2006).

En la preparación de mezclas de materiales para sustratos que se utilizan en la producción de plantas en contenedor, generalmente, además de considerar las propiedades físico-químicas que proveerán un crecimiento adecuado para la producción de alguna especie en particular, se deben considerar las proporciones de los componentes. En este sentido Acosta-Durán, *et al.*, (2007) determinaron la influencia de las características químicas (conductividad eléctrica (CE), pH, y temperatura) en los parámetros de crecimiento de *Pelargonium* variedad Patriot Los materiales utilizados para la preparación de las mezclas fueron tierra de hoja, fibra de coco, perlita y serrín, en diferentes proporciones y combinaciones para provocar una variación en las características químicas del sustrato. Los resultados mostraron que la conductividad eléctrica fue la característica química que mayor impacto tuvo en la producción de biomasa de la planta, de forma que a mayor CE, mayor biomasa. Se observó que a mayor proporción de fibra de coco, mayor conductividad eléctrica en la mezcla. La temperatura y el pH no presentaron efectos significativos.

Silva y Bahcevandziev, (2001) evaluaron la calidad y el desarrollo en las plantas de *Pelargonium* variedad. Rose Star bicolor con cuatro sustratos diferentes (A: turba negra (100 %), B: turba negra y arena (2:1), C: turba negra y raquis de uva (2:1) y D: turba negra y tierra vegetal (1:1)). El sustrato a base de tierra de jardín resultó favorable para el crecimiento de las plantas. En cuanto al número de flores, hubo diferencias significativas con los sustratos A y D, respectivamente. Los resultados muestran que el sustrato compuesto de turba negra y tierra de jardín influyó positivamente en el desarrollo de la especie evaluada.

Entre los diferentes materiales empleados en la formulación de los sustratos de cultivo de las plantas ornamentales en maceta, la turba *Sphagnum* ha sido el más importante y ampliamente utilizado durante muchos años. Sin embargo, se ha emprendido una búsqueda de nuevos materiales orgánicos alternativos y/o sustitutivos de estas turbas en numerosas partes del mundo, siendo sus principales razones: 1) el elevado precio de la turba hortícola de calidad, particularmente en países sin recursos locales de turba *Sphagnum*, y 2) su cuestionable disponibilidad futura por motivos ecológicos, ya que las reservas de turba no son renovables e intervienen, además, como potentes centros sumidero del CO<sub>2</sub> atmosférico (Abad *et al.*, 1997; Abad y Noguera, 1998). Como resultado de esta búsqueda, se ha llegado a la conclusión de que la fibra de coco generada en el proceso de industrialización puede ser considerada *a priori* como un material complementario a las turbas *Sphagnum* y a otros materiales utilizados como sustratos.

La preocupación por el medio ambiente lleva a la búsqueda de nuevos sustratos que cumplan una serie de criterios 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 (Verdonck, 1983; Abad *et al.*, 2000; Salas *et al.*, 2000).

Unido a esta preocupación, en los últimos años hay un interés por el aprovechamiento de residuos generados por la industria. Uno de estos residuos son los neumáticos que al final de su vida se convierten en un residuo de acuerdo con la

definición de residuos del artículo 3 de la Ley Española 22/2011 de 28 de Julio de residuos y suelos contaminados. En España en el año 2008 se generaron 238.529 toneladas de neumáticos fuera de uso, mientras que en Europa la cifra ascendía a 3,4 millones de toneladas (Ramos et al., 2011).

La legislación aplicable a los neumáticos fuera de uso es el Real Decreto 1619/2005, de 30 de diciembre (Boletín Oficial del Estado número 2 de 3 de enero de 2006), aprobado al amparo de la Ley 10/98 de residuos. El objetivo de esta ley es prevenir la generación de neumáticos fuera de uso, establecer el régimen jurídico de su producción y gestión, y fomentar, por este orden, su reducción, reutilización, reciclado y otras formas de valorización con la finalidad de proteger el medio ambiente (Domínguez y Casquero, 2011).

La búsqueda de nuevos sustratos hace que los residuos textiles procedentes del reciclado de neumáticos, junto con otros residuos como la granalla de polietileno (PE) o la granalla de policloruro de vinilo (PVC) puedan adquirir relevancia como medio de cultivo al tratarse de subproductos generados y que, hasta la actualidad no tienen ningún uso (Domínguez y Casquero, 2011).

Domínguez y Casquero (2011) evaluaron el desarrollo, la absorción y retención de metales pesados (As, Cd, Hg, Ni, Pb, Al, Cu, Fe, Mn y Zn) en lechuga utilizando como sustrato textiles industriales a base de restos de neumáticos y cables. Se utilizaron 5 tipos de sustratos: Textil (Tx) procedente de neumáticos, Tx mezclado con polietileno obtenido del reciclaje de cables de aluminio (Tx-Al), Tx mezclado con polietileno obtenido del reciclaje de cables de cobre (Tx-Cu), Tx mezclado con PVC obtenido del reciclaje de cobre (Tx-PVC) utilizando vermiculita como testigo. Al final del periodo de desarrollo en el invernadero se analizó el contenido en As, Cd, Hg, Ni, Pb, Al, Cu, Fe, Mn y Zn en las lechugas observando que los valores obtenidos no superaban los límites permitidos por la legislación (Real Decreto 865/2010, sobre sustratos de cultivo). El análisis de rendimiento mostró que las lechugas se desarrollaban adecuadamente en los nuevos sustratos ensayados, siendo el sustrato Tx-Cu el que mejores rendimientos

alcanzo aunque inferiores a los obtenidos en el sustrato utilizado como control (vermiculita).

### **1.5. Abonos de liberación lenta**

La liberación controlada puede definirse como la transferencia lenta, moderada o gradual, de un material activo desde un sustrato de reserva a otro medio, con el fin de conseguir sobre el mismo una acción determinada. Con ello se consigue disminuir las exigencias o requerimientos de la especie activa para lograr un resultado.

Un fertilizante de liberación lenta y controlada, adecuadamente diseñado, puede liberar los nutrientes de la manera requerida por cada tipo de planta según la fase de su crecimiento, lo que permitirá una eficiente utilización de los mismos, con el consiguiente ahorro de producto a la par que se evita, o al menos se aminora, la contaminación por fertilizantes (Jiménez Gómez, 1992).

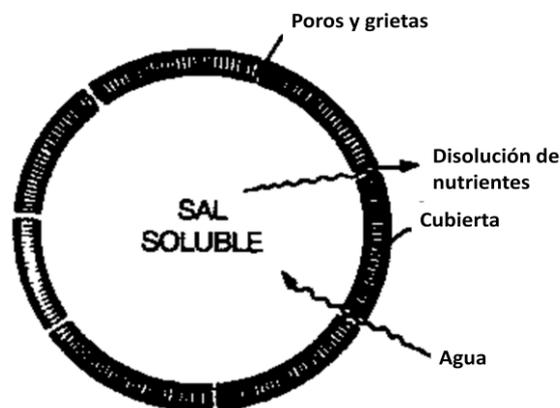
Las ventajas que poseen los abonos de liberación lenta son (Ballester-Olmos y Anguís, 1994):

1. Mucha mayor eficiencia en el uso de los nutrientes en comparación con los abonos solubles, ya que su disponibilidad se extiende durante un largo período de tiempo.
2. Disminución del lavado, de la fijación y de la descomposición, ya que sólo se pone en cada momento a disposición de la planta una fracción muy reducida del aporte total, lo que permite, cuanto menos, aminorar el consumo de lujo con los consiguientes beneficios económicos y ecológicos.
3. Se reduce el riesgo de fitotoxicidad o quemado que se produciría con una importante aplicación de abono soluble.
4. Los abonos de liberación lenta pueden dar lugar a un aporte continuo de nutrientes durante un largo período de tiempo, lo que proporciona a la planta un crecimiento más equilibrado y mejor calidad.
5. Las aplicaciones pueden reducirse a una por ciclo de cultivo con el consiguiente ahorro en mano de obra.

En los cultivos ornamentales, llevados a cabo en maceta o contenedor, prácticamente se ha abandonado el uso de abonos tradicionales, por los muchos problemas que presentan (riesgo de quemaduras, poca duración, etc.). Se emplean casi de forma exclusiva los fertilizantes de liberación lenta, la fertirrigación o la combinación de ambas técnicas (Jiménez Gómez, 1992).

Los denominados productos recubiertos son fertilizantes convencionales, a cuyos granos se les ha dotado de una cubierta insoluble o poco soluble en agua. El agua disolvente accede al grano del fertilizante a través de los poros y grietas de la cubierta o de las que pueden formarse en el propio suelo, por acción de los microorganismos (figura 1.2). El gradiente de concentración entre la disolución interna y externa –presión osmótica- moviliza las sales hacia el exterior del grano (Jiménez Gómez, 1992).

**Figura 1.2:** Mecanismo de aporte de nutrientes en un fertilizante recubierto (Jiménez Gómez, 1992).



Después de la aplicación, el agua penetra en la envoltura e hidroliza los minerales altamente solubles. Los elementos nutritivos se difunden gradualmente a través de la cápsula. La tasa de difusión de cada cápsula se determina únicamente por la temperatura del suelo, en estrecha relación con las necesidades de elementos nutritivos de las plantas. La difusión comienza cuando la temperatura es de 2 a 3°C y es independiente del pH, % de materia orgánica, de la actividad bacteriana y del tipo

de suelo. Un aumento de la temperatura acelera la liberación, y a la inversa (<http://www.horticom.com/pd/imagenes/52/709/52709.pdf>).

La sal fertilizante que se quiere recubrir, debe estar previamente aglomerada y comprimida en forma de gránulo, cuyo tamaño y forma, condicionan la eficacia de la cubierta que se va a incorporar sobre el mismo (Jiménez Gómez, 1992). Los recubrimientos deben ser inactivos, biodegradables, no tóxicos y efectivos para que su proporción, en relación con la del fertilizante, sea pequeña. La principal ventaja de los abonos recubiertos es su mayor duración.

Para cultivos que requieren fertilización de corta duración es recomendable el uso de abonos recubiertos con una cubierta delgada y liviana. Sin embargo, para períodos de nutrición más largos son recomendables las mezclas de abonos de liberación controlada a corto y largo plazo, o mezclas de cubiertas delgadas y gruesas (Benson, 1997).

Los fertilizantes recubiertos con pequeñas cantidades de una película plástica de alta calidad, polímeros, constituyen un interesante tipo de fertilizantes de liberación controlada. En la empresa Archer Daniels Midland Company se utilizó en 1964 un recubrimiento de una resina termosellante, cuyo componente mayoritario es un copolímero de dicitlopentanodieno con ester de glicerol (OSMOCOTE). Aplicado en varias capas, sobre una sal fertilizante, permite incorporar ésta a la solución del suelo por medio de intercambio osmótico (Jiménez Gómez, 1992).

Narváez *et al.*, (2013) llevaron a cabo un experimento al aire libre con *Osteospermum eckonis* en maceta cuyo objetivo principal fue la estimación de la concentración de N en los lixiviados utilizando dos estrategias de abonado. Los tratamientos estudiados fueron la fertirrigación continua (112 y 154 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> L<sup>-1</sup>) y el uso de un abono de liberación lenta, Osmocote Exact Standard (16N (7,4 N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 8,6 N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)-3,9P-10K) con un periodo de liberación de 3-4 meses (2,5 y 5,0 g por L de sustrato). Como resultado de este experimento, se obtuvo que la pérdida de N por lixiviación fue mayor en las plantas con fertilización continua; sin embargo, la cantidad

de N acumulado por estas plantas fue mayor que en las plantas fertilizadas con abonos de liberación lenta. La eficiencia de uso de N fue mayor en el tratamiento con 2,5 g de abonos de liberación lenta. El N liberado por los abonos de liberación lenta cubrió los requisitos nutricionales de las plantas, en mejor medida que el N aplicado por fertirrigación continua.

En otro estudio realizado con *Pelargonium* cv. Irene, se cultivaron las plantas con abonos de liberación lenta y, en algunos casos, con fertirrigación adicional, demostrando que el mejor crecimiento se obtuvo con aplicaciones de abono de liberación lenta de 800 mg por litro de sustratos de abono de liberación lenta y sin fertirrigación (Biermann, 1978).

Catanzaroa *et al.*, (1998) llevaron a cabo un experimento con plantas de crisantemo en un medio a base de turba, donde se estudió el efecto de distintos tratamientos de fertilización: (1) fertilización intermitente de 536 mg L<sup>-1</sup>, 15N-4,3P-24,9K, alternado con agua de riego; (2) fertilización constante, aplicando 268 mgL<sup>-1</sup>, 15N-4,3P-24,9K, en cada riego; (3) abono de liberación lenta recubierto, 12N-4,3P-14,1K; y (4) tabletas de liberación lenta, 14N-1,7P-4,9K. Los lixiviados tenían menor conductividad eléctrica y pH más alto con los abonos de liberación lenta que con los fertilizantes líquidos. Todos los tratamientos, excepto las tabletas de liberación lenta produjeron plantas que cumplen con los estándares de calidad de los cultivos comerciales. También, se obtuvo que la masa seca de la raíz fue mayor en las plantas fertilizadas con los abonos de liberación lenta. Las estimaciones de la recuperación de nitrógeno sugieren que los crisantemos cultivados con abonos de liberación lenta recubiertos dieron como resultado la captación de fertilizante más eficiente.

## 1.6. **Objetivos**

Los objetivos definidos para este trabajo de investigación son los enumerados a continuación:

- Estudio de la influencia de productos derivados de la industria de reciclado de neumáticos como sustratos de cultivo en las especies *Pelargonium zonale* y *Osteospermum ecklonis*. Se evaluará el efecto de dichos sustratos en los principales parámetros de crecimiento de las plantas (número de hojas y flores, peso fresco y seco de las plantas y parámetros de color de las hojas) y en la producción comercial.
- Estudio de la influencia de la aplicación de abonos de liberación lenta a distintas dosis en la producción comercial de las especies *Pelargonium zonale* y *Osteospermum ecklonis*.
- Estudio de la influencia de la proporción de textil en sustratos de cultivo a base de turba rubia y fibra de coco en plantas de *Pelargonium zonale*.

## **2. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1. Características generales de los experimentos**

#### Lugar de trabajo y descripción de las instalaciones

Los experimentos se realizaron en las instalaciones de Viveros Algeplant, una empresa familiar dedicada a la producción y comercialización de planta ornamental a nivel nacional desde 1982. Se encuentra situada en la carretera Alginet-Guadassuar Km 7 de Guadassuar, Valencia.

Las instalaciones donde se realizaron ambos experimentos son invernaderos multicapilla de techo curvo con estructuras de acero galvanizado y una cubierta compuesta de agro-textiles impermeables, fabricados en construcción plana con rafia de polietileno de alta densidad estabilizado, contra la degradación por efecto de la intemperie y recubiertos con una lámina de polietileno de baja densidad igualmente estabilizada que impermeabiliza el tejido.

Dichos invernaderos disponen de sistemas de apertura y cierre de cubierta cenital en semiarco, que posibilitan una ventilación uniforme de la instalación de forma automática, permitiendo controlar las variables climáticas internas del invernadero.

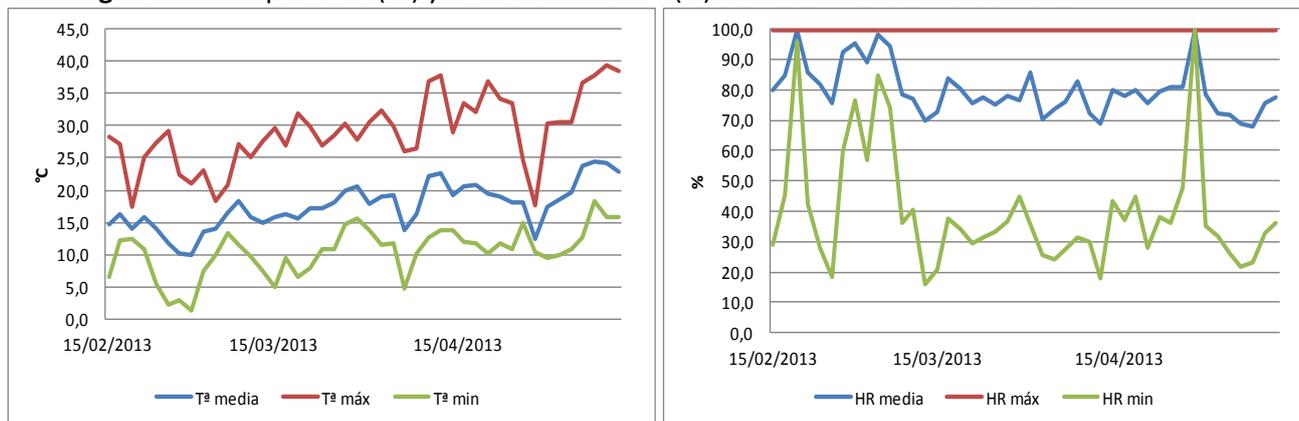
Todas las instalaciones de producción están dotadas de pantallas térmicas y de sombreado, compuestas por láminas de fibras de aluminio, para reducir la radiación solar. Además, disponen de calefacción por suelo radiante mediante la conducción de agua caliente por medio de tubos de polipropileno en serpentín. Este sistema permite mantener temperaturas estables entre 18 y 24 °C en el suelo durante todo el año.

#### Labores de campo y trabajos realizados

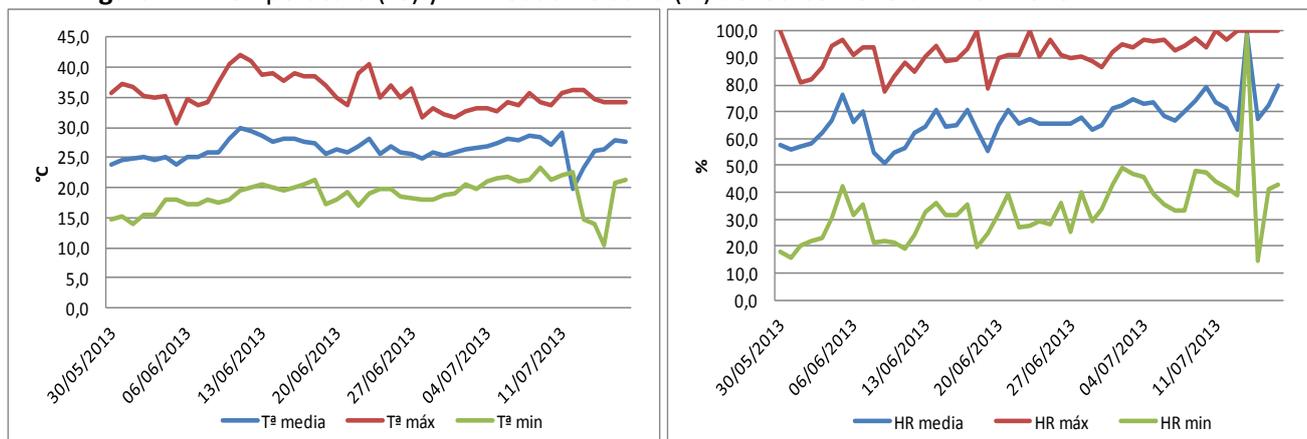
A lo largo de los experimentos, se controlaron las condiciones climáticas de temperatura (°C) y humedad relativa (%). El software utilizado proporcionó valores diarios realizando mediciones cada hora. En las figuras 2.1 y 2.2 pueden observarse los

valores medios, máximos y mínimos de dichos parámetros durante todo el ciclo de cultivo.

**Figura 2.1.** Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) del 15-02-2013 al 10-05-2013



**Figura 2.2.** Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) del 30-05-2013 al 11-07-2013



Una vez a la semana se tomaron medidas del pH y la conductividad eléctrica (CE) (Cyberscan PC 300, Eutech instruments), (Figuras 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 y 2.8) sobre los sustratos en tres puntos del experimento al azar, con el fin de mantener un control de las diferencias entre los distintos sustratos estudiados.

El agua de riego utilizada en el vivero fue sometida a un análisis químico de los siguientes compuestos:

**Tabla 2.1:** Compuestos analizados en el agua de riego

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDADES
pH a T° 23,5°C	7,3	Unidades de pH
Conductividad eléctrica a T° 25°C	1,50	mS/cm
Cloruros	80	mg/l Cl
Sulfatos	238	mg/l SO <sub>4</sub>
Nitratos	93	mg/l NO <sub>3</sub>
Bicarbonatos	220	mg/l
Carbonatos	0	mg/l
Fósforo	<0,1	mg/l (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
Potasio	2,0	mg/l K
Calcio	85	mg/l Ca
Magnesio	65	mg/l Mg
Sodio	58	mg/l Na
Aluminio	<0,1	mg/l Al
Hierro	<0,01	mg/l Fe
Manganeso	<0,01	mg/l Mn
Zinc	<0,01	mg/l Zn
Cobre	<0,01	mg/l Cu
Amoniaco	0,2	mg/l
Boro	0,05	mg/l
Molibdeno	<0,01	mg/l

### Parámetros estudiados

En las tablas de resultados se recogen los valores acumulados durante el ciclo de cultivo de parámetros productivos y parámetros vegetativos de las plantas estudiadas. Los parámetros analizados fueron los siguientes:

- Número de plantas comerciales al final del ciclo de cultivo
- Número de hojas por planta del último día de cada mes
- Número de flores por planta del último día de cada mes
- Peso fresco de la parte aérea (hojas + tallos + flores) (g)
- Peso seco de la parte aérea (hojas + tallos + flores) (g)
- Peso fresco de la raíz (g)
- Peso seco de la raíz (g)
- Determinación del color de las hojas (parámetros Hunter: a, b, L)

La medición del color de las hojas se realizó con un colorímetro Chroma meter-cr 400, utilizando la escala de Hunter. Los valores de a, b y L que proporciona el colorímetro tienen el siguiente significado:

**a:** varía de -100 a +100, y mide la diferencia de reflexión entre las zonas del verde y del rojo, respectivamente.

**b:** varía de -100 a +100, y corresponde a la diferencia de reflexión en las zonas del azul y del amarillo.

**L:** varía de 0 (color negro) a 100 (color blanco). Mide la luminosidad del color.

Una vez obtenidos estos parámetros, se calculó la relación a/b, cuya interpretación es la siguiente:

- Valores negativos corresponden a hojas verdes
- Valores próximos a cero corresponden a hojas amarillas o virando a amarillo
- Valores positivos corresponden a la variación de color de amarillos a naranja.

## **2.2. Experimento 1: Influencia de diferentes sustratos a base de textiles industriales en la producción de *Pelargonium zonale* (L.) y *Osteospermum ecklonis* (D.C.).**

Este experimento se llevó a cabo con plantas de *Pelargonium zonale* (L.), variedad Red de la serie Master Idols (casa comercial Fides) y de *Osteospermum ecklonis* (D.C.), variedad Cool Purple de la serie Margarita (Fides).

Para la realización del presente estudio de investigación se utilizaron sustratos procedentes de la empresa Recuperación de Materiales Diversos S.A (RMD), basados en textiles industriales; y una mezcla de sustratos a base de turba rubia y fibra de coco, que es la mezcla empleada habitualmente en el vivero y considerado como tratamiento control.

Los sustratos de la empresa RMD fueron los siguientes:

- **Textil (TEX)**: Se trata de fibra textil con caucho. Procede de la aspiración de la línea de triturado del caucho, producto que se utiliza de forma convencional como combustible alternativo en cementeras debido a su alto poder calorífico. El textil está compuesto por fibra textil (35,9%), caucho (4,6%) y finos de caucho y textil (59,5%).
- **Textil + Granalla de PVC (TEX+PVC)**: está compuesto por granalla de policloruro de Vinilo (PVC), que procede de la separación en balsa de lavado de los plásticos aspirados en la línea de trituración de cables de cobre. Esta granalla puede ser utilizada como producto de reciclaje en la fabricación de nuevos plásticos. La granalla de PVC está compuesto, por policloruro de Vinilo (94,12%), poliamidas (4,39%), polietileno (PE) (1,06 %), polipropileno (0,13%) y otros como metal, caucho, gomas (0,07%). En este caso se realizó una mezcla del textil con la granalla de PVC. La dosificación de la muestra se hace en volumen y corresponde un 70% a textil y el 30% de PVC. La cantidad en peso necesaria para la mezcla fue de 1.029,18 gramos de PVC por cada 1.000 gramos de textil.

- Textil + Granalla de polietileno de cobre (TEX+PE Cu): su composición básica es de granalla de PE. Procede de la separación en balsa de lavado de los plásticos aspirados en la línea de trituración de cables de cobre. Esta granalla puede ser utilizada como producto de reciclaje en la fabricación de nuevos plásticos. La granalla de PE está compuesta por polietileno (88,55%), polipropileno (9,5%), poliamidas (1,32%) y policloruro de vinilo (0,48%). En este caso, se realizó una mezcla del textil con la granalla de PE. La dosificación de la muestra se hace en volumen y corresponde un 70% a textil y el 30% de PE Cu. La cantidad en peso necesaria para la mezcla fue de 551,56 gramos de PE Cu por cada 1.000 gramos de textil.
- Textil + Granalla polietileno de aluminio (TEX+PE Al): Se trata de granalla de PE mayoritariamente reticulado. Procede de la separación en balsa de lavado de los plásticos aspirados en la línea de trituración de cables de aluminio. Esta granalla puede ser utilizada como producto de reciclaje en la fabricación de nuevos plásticos. La granalla de PE está compuesta por polietileno (90%), polipropileno junto con poliamidas y policloruro de vinilo (0,5%) y otros metales, gomas, caucho (1%). En este caso se realizó una mezcla del textil con la granalla de polietileno. La dosificación de la muestra se hace en volumen y corresponde un 70% a textil y el 30% de PE Al. La cantidad en peso necesaria para la mezcla fue de 605,51 gramos de PE Al por cada 1.000 gramos de textil.

Los sustratos compuestos por textil presentan concentraciones de metales pesados por debajo de los límites permitidos por el Real Decreto 865/2010 sobre sustratos de cultivos no comestibles (tabla 2.2), excepto para el zinc.

**Tabla 2.2:** Concentración de metales pesados (mg/kg sms)

<b>Metal pesado</b>	<b>Textil (RMD)</b>	<b>Límites de concentración (Real Decreto 865/2010)</b>
Cadmio	0,57	2
Cobre	268,97	300
Níquel	3,16	90
Plomo	17,20	150
Zinc	2280,64	500
Cromo	27,78	250
Cromo VI	<0,50	0,5

La mezcla de sustratos de turba y fibra de coco (TU+CO) se preparó con las proporciones de 70% de turba rubia fertilizada y 30% de fibra de coco, de cuyo análisis se obtuvieron los datos reflejados en las tablas 2.3 y 2.4.

**Tabla 2.3:** Análisis de turba rubia

<b>DETERMINACIONES</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>UNIDADES</b>
Materia orgánica	97,4	%
Contenido de cenizas	2,6	%
Humedad	42,5	%
Peso seco	75	g/dm <sup>3</sup>
pH	4,6	Unidades de pH
CE	2,3	mS/m
Nitrato	0,9	mg/l NO <sub>3</sub>
Fósforo	0,8	mg/l P
Potasio	4	mg/l K
Calcio	497	mg/l Ca
Magnesio	59	mg/l Mg

**Tabla 2.4:** Análisis de la fibra de coco

<b>DETERMINACIONES</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>UNIDADES</b>
pH	6,88	Unidades de pH
CE a 25°C	3,180	mS/cm
Nitrato	519,61	mg/l NO <sub>3</sub>
Fósforo	21,04	mg/l P
Cloruro	409,30	mg/l Cl
Sulfato	284,98	mg/l SO <sub>4</sub>
Bicarbonato	90,00	mg/l HCO <sub>3</sub>
Boro	0,52	mg/l B
Potasio	292,80	mg/l K
Calcio	91,86	mg/l Ca
Magnesio	41,97	mg/l Mg
Sodio	272,90	mg/l Na

En este experimento se estudió la influencia de un abono de liberación lenta (AL) (Osmocote Bloom), sobre la mitad de las plantas, a una dosis de  $2 \text{ g L}^{-1}$  sustrato, que equivale a  $2 \text{ g planta}^{-1}$ . La composición de este abono fue la siguiente: 12-7-18 % NPK, y se utiliza para longevidades a  $21^\circ\text{C}$  de 2-3 meses.

El diseño estadístico utilizado en este experimento fue un diseño factorial  $5 \times 2$ , con 5 sustratos diferentes (TU+CO, TEX, TEX+PVC, TEX+PE Cu y TEX+PE Al) y dos programas de fertilización (0 y  $2 \text{ g planta}^{-1}$  de abono 12-7-18 % NPK) y con 3 repeticiones y 10 plantas por repetición, necesitándose un total de 300 plantas por especie de cultivo. Las plantas se distribuyeron en el invernadero según un diseño de bloques al azar.

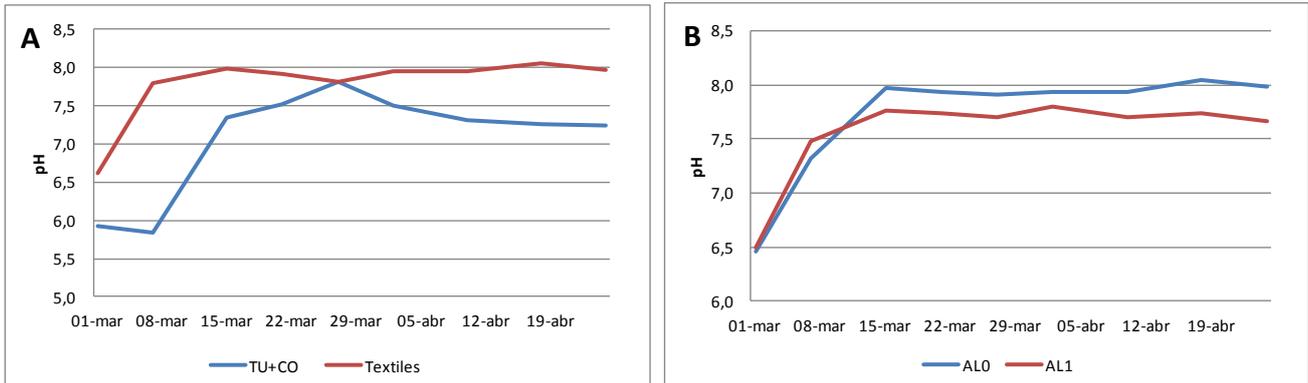
La preparación de las macetas, para los dos experimentos, se realizó manualmente, puesto que los sustratos preparados a base de textil no eran compatibles con la mecanización del proceso. Se utilizaron macetas de 14 cm de diámetro y 1 L de volumen.

El trasplante de *Pelargonium* se realizó el 7 de febrero de 2013, en los invernaderos de la empresa, el trasplante de *Osteospermum* se realizó el 22 de febrero de 2013. Las flores de las plantas de *Pelargonium* fueron eliminadas el 8 de marzo de 2013 para favorecer el desarrollo vegetativo, práctica habitual en esta especie. El experimento finalizó cuando las plantas alcanzaron un tamaño comercial para el contenedor utilizado y se consideró finalizado el experimento el 25 de abril para las plantas de *Pelargonium* y el 8 de mayo para las plantas de *Osteospermum*.

El volumen total de agua aplicada a cada planta fue de 11,7 L. Con una concentración de nitratos en el agua de riego de  $93 \text{ mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$ , la cantidad aplicada de N a las plantas fue de  $245,9 \text{ mg N planta}^{-1}$ .

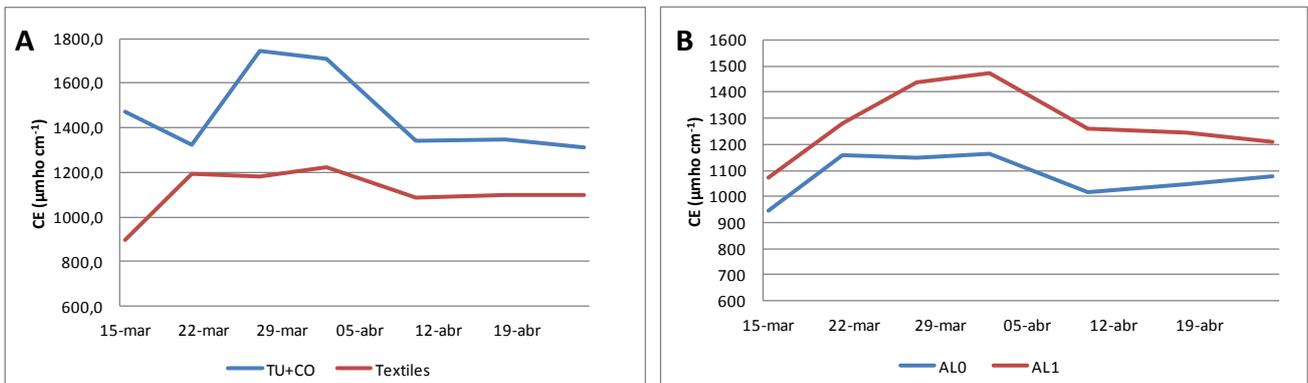
El N total aportado a cada planta durante el ciclo de cultivo, teniendo en cuenta los nitratos del agua de riego, de la turba rubia y de la fibra de coco, fue de  $659,7 \text{ mg N}$  por planta.

**Figura 2.3:** Variación de pH en el experimento 1: *Pelargonium zonale* (A: sustratos; B: abonos de liberación lenta)



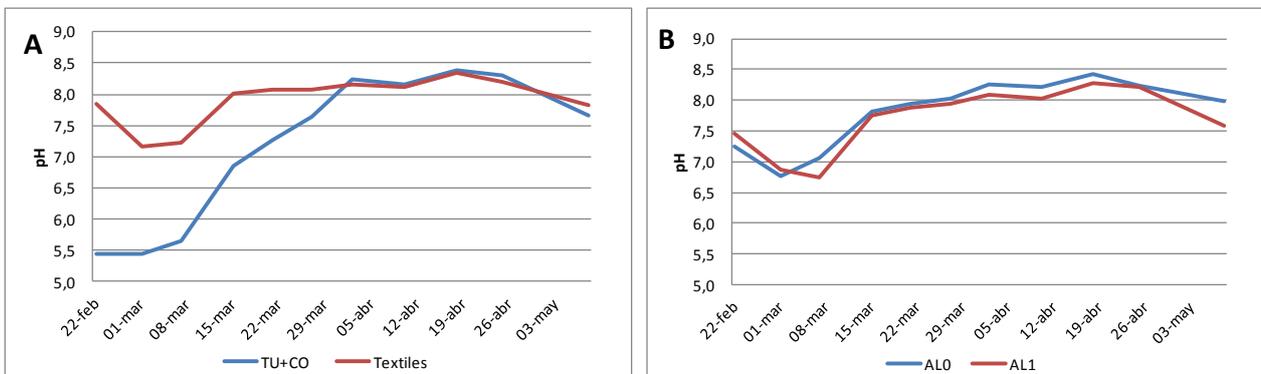
**TU+CO:** valores de pH en el sustrato turba rubia más fibra de coco  
**Textil:** valores medios de pH en los sustratos a base de textil (TEX, TEX+PVC, TEX+PE Cu, TEX+PE Al)  
**AL0:** 0 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta; **AL1:** 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta

**Figura 2.4:** Variación de la conductividad eléctrica (CE) (µmho cm<sup>-1</sup>) en el experimento 1: *Pelargonium zonale* (A: sustratos; B: abonos de liberación lenta)



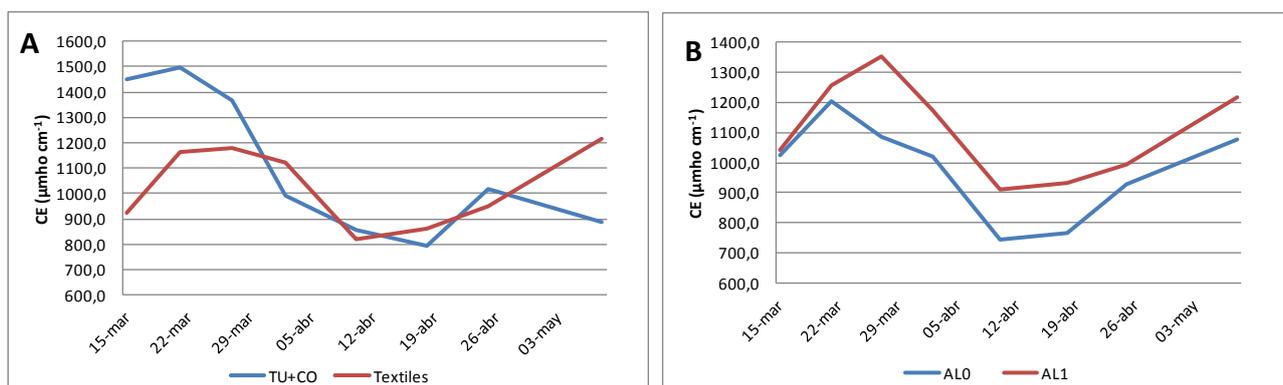
**TU+CO:** valores de CE en el sustrato turba rubia más fibra de coco  
**Textil:** valores medios de CE en los sustratos a base de textil (TEX, TEX+PVC, TEX+PE Cu, TEX+PE Al)  
**AL0:** 0 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta; **AL1:** 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta

**Figura 2.5:** Variación de pH en el experimento 1: *Osteospermum ecklonis* (A: sustratos B: abonos de liberación lenta)



**TU+CO:** valores de pH en el sustrato turba rubia más fibra de coco  
**Textil:** valores medios de pH en los sustratos a base de textil (TEX, TEX+PVC, TEX+PE Cu, TEX+PE Al)  
**AL0:** 0 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta; **AL1:** 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta

**Figura 2.6:** Variación de la conductividad eléctrica (CE) ( $\mu\text{mho cm}^{-1}$ ) en el experimento 1: *Pelargonium zonale* (A: sustratos; B: abonos de liberación lenta)



**TU+CO:** valores de CE en el sustrato turba rubia más fibra de coco

**Textil:** valores medios de CE en los sustratos a base de textil (TEX, TEX+PVC, TEX+PE Cu, TEX+PE Al)

**AL0:**  $0 \text{ g L}^{-1}$  de abono de liberación lenta; **AL1:**  $2 \text{ g L}^{-1}$  de abono de liberación lenta

### 2.3. Experimento 2: Influencia de la proporción de textil industrial en la preparación de sustrato de cultivo.

El experimento se realizó con la variedad Red, serie Master Idols de *Pelargonium zonale* (L.) (casa comercial Fides).

Se utilizaron como sustratos de cultivo los siguientes:

- TU+CO: Turba rubia (70 %) + fibra de coco (30 %). Sustrato empleado habitualmente en el vivero y considerado como control.
- TU+CO+TEX: Turba rubia (70 %) + fibra de coco (15 %) + textil (15 %).
- TU+TEX: Turba rubia (70 %) + textil (30 %)

El tratamiento con abonos de liberación lenta fue el siguiente:

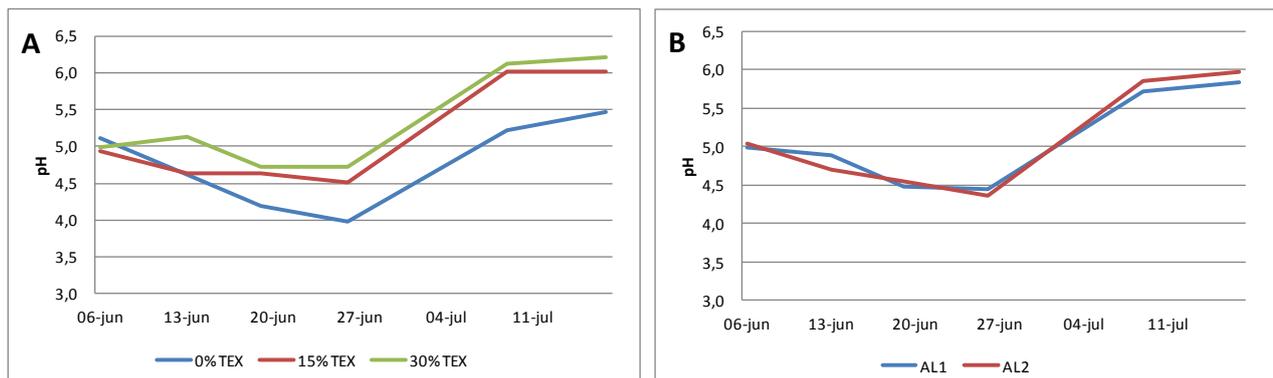
- AL1: Osmocote Bloom ( $2 \text{ g pl}^{-1}$ ), 12-7-18 % NPK. Se fabrica para longevidades de 2-3 meses.
- AL2: Osmocote Exact Standard ( $1 \text{ g pl}^{-1}$ ), 15-9-9 % NPK para longevidades de 5-6 meses, + Osmocote Bloom ( $1 \text{ g pl}^{-1}$ ), 12-7-18 % NPK.

El diseño estadístico fue un diseño factorial  $3 \times 2$ , con 3 sustratos (TU+CO, TU+CO+TEX y TU+TEX) y dos abonos de liberación lenta (AL1 y AL2), y 3 repeticiones de

10 plantas cada una. La distribución de las plantas en el invernadero se realizó según un diseño de bloques al azar.

Igual que con la especie anterior, la preparación de las macetas para este experimento se realizó manualmente, puesto que los sustratos preparados a base de textil no eran compatibles con la mecanización del proceso.

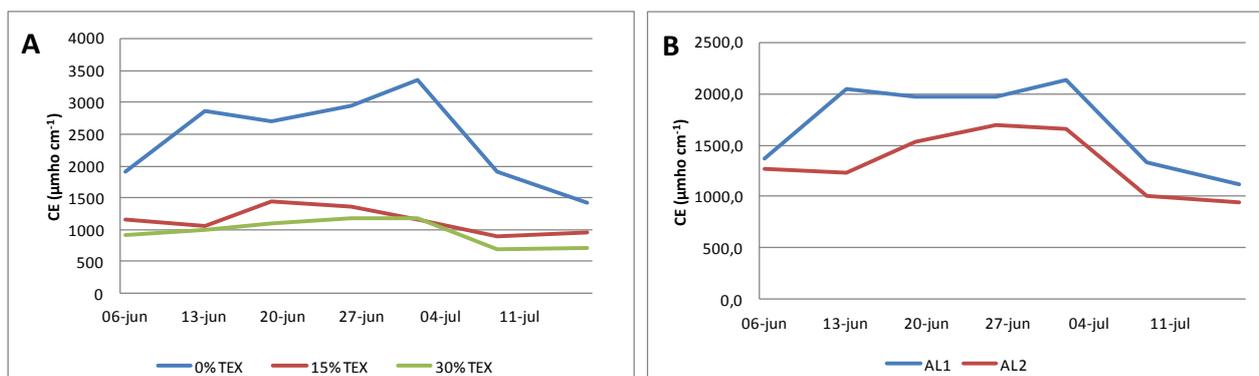
**Figura 2.7:** Variación de pH en el experimento 2 (A: sustratos; B: abonos de liberación lenta)



**0% TEX:** Turba rubia (70%) + fibra de coco (30%); **15% TEX:** Turba rubia (70%) + fibra de coco (15%) + textil (15%); **30% TEX:** Turba rubia (70%) + textil (30%)

**AL1:** 2 g L<sup>-1</sup> de Osmocote Bloom; **AL2:** 1 g L<sup>-1</sup> de Osmocote Bloom + 1 g L<sup>-1</sup> Osmocote Exact

**Figura 2.8:** Variación de la conductividad eléctrica (CE) ( $\mu\text{mho cm}^{-1}$ ) en el experimento 2 (A: sustratos; B: abonos de liberación lenta)



**0% TEX:** Turba rubia (70%) + fibra de coco (30%); **15% TEX:** Turba rubia (70%) + fibra de coco (15%) + textil (15%); **30% TEX:** Turba rubia (70%) + textil (30%)

**AL1:** 2 g L<sup>-1</sup> de Osmocote Bloom; **AL2:** 1 g L<sup>-1</sup> de Osmocote Bloom + 1 g L<sup>-1</sup> Osmocote Exact

El transplante se realizó el 30 de mayo de 2013 en macetas de 1 L de volumen y 14 cm de diámetro. El experimento finalizó el 17 de julio de 2013, cuando las plantas alcanzaron el tamaño comercial.

#### **2.4. Análisis estadístico de los resultados**

La influencia de los factores analizados en el ANOVA se consideró estadísticamente significativa (e.s.) cuando la probabilidad del test F-Snedecor fue inferior a 0.05. Los datos obtenidos para cada uno de los experimentos se trataron mediante un análisis de la varianza y comparación múltiple de medias mediante el test LSD ( $p \leq 0,05$ ), con el fin de determinar que variables presentaron medias significativamente diferentes. Se utilizó para ello el programa Statgraphics Centurión. Los valores porcentuales se transformaron mediante la expresión  $\arcsen\sqrt{x}$ .

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Experimento 1**

##### **3.1.1. Plantas comerciales**

El porcentaje de plantas comerciales al final del ciclo de cultivo, tanto de *Pelargonium zonale* como de *Osteospermum ecklonis*, fue 100% para la mezcla de sustratos TU+CO. Como planta comercial se consideran aquellas que son compactas y homogéneas, no espigadas, que presentan hojas de buen tamaño y coloración, con ausencia de defectos, y con floración abundante.

Mientras que para los sustratos de TEX, TEX+PVC, TEX+PE Cu y TEX+PE Al, fue 0%, dando lugar a plantas poco desarrolladas, con enanismos, decoloraciones, enrojecimientos y flores abortadas.

##### **3.1.2. Parámetros vegetativos *Pelargonium Zonale***

En el análisis de cada uno de los parámetros estudiados se determinó la influencia estadística del bloque. Del resultado de dicho análisis se obtuvo que el factor bloque no tuvo una influencia e.s.

###### **3.1.2.1. Número de hojas**

Del estudio de los parámetros en el análisis de la varianza (tabla 3.1) se observó que el número de hojas se vio influenciado en un mayor grado por el factor SUSTRATO (S) ( $p < 0,01$ ), con valores superiores, en líneas generales, al 90% de la variabilidad total y con tan solo valores en torno al 1% de variabilidad para el residual o error, que correspondería a otros factores no contemplados en el análisis.

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO obtuvieron el mayor número de hojas por planta en gran parte del ciclo de cultivo, existiendo diferencias estadísticamente significativas (e.s.) ( $p < 0,05$ ) respecto al resto de sustratos estudiados, y siendo el sustrato TEX el que menor número de hojas por planta presentó.

La variabilidad del factor FERTILIZACIÓN (*F*) ha resultado e.s. ( $p < 0.01$ ) para el número de hojas por planta en la mayor parte de las fechas estudiadas, exceptuando el día 21 de febrero que no presentó una influencia e.s. En todos los casos, la variabilidad explicada del factor '*F*' respecto a la variabilidad total alcanzó valores bajos (1,09-4,44%).

Las plantas abonadas con el abono de liberación lenta (AL1) obtuvieron un mayor número de hojas por planta, con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) respecto a las plantas que no se abonaron con dicho abono.

Durante todo el ciclo de cultivo, no se encontraron interacciones e.s entre los factores estudiados para el parámetro analizado (tabla 3.1).

**Tabla 3.1:** Influencia del Sustrato y de la Fertilización en el número de hojas de *Pelargonium zonale* (nº planta<sup>-1</sup>)

	21 febrero	27 marzo	25 abril	02-mayo
<b>Sustrato (S)</b>				
TU+CO	6,78 ab	20,60 a	33,26 a	34,63 a
TEX	5,93 c	7,46 d	3,50 d	3,03 c
TEX+PVC	6,31 bc	7,98 cd	5,58 c	5,91 b
TEX+PE Cu	7,10 a	9,40 b	6,73 b	5,88 b
TEX+PE Al	6,36 bc	8,36 c	6,45 b	5,30 b
<b>Fertilización (F)</b>				
AL0	6,37	9,90 b	9,92 b	9,70 b
AL1	6,62	11,62 a	12,29 a	12,20 a
<b>ANOVA</b>	<b>Porcentaje de la suma de cuadrados</b>			
<b>Parámetros (grados de libertad)</b>				
<b>Factor</b>				
S (4)	45,07**	96,07**	98,61**	98,67**
F (1)	4,44 <sup>n.s</sup>	2,91**	1,11**	1,09**
<b>Interacción</b>				
S x F (4)	12,71 <sup>n.s</sup>	0,13 <sup>n.s</sup>	0,05 <sup>n.s</sup>	0,05 <sup>n.s</sup>
Residual (20)	37,76	0,87	0,21	0,17
Desviación estándar <sup>+</sup>	0,45	0,57	0,63	0,61

TU+CO: turba rubia + fibra de coco; TEX: textil; TEX+PVC: textil + PVC; TEX+PE Cu: textil + polietileno de cobre; TEX+PE Al: textil + polietileno de aluminio.

AL0 y AL1: 0 y 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta (12-7-18 % NPK) respectivamente.

\*\* y \* indican efectos e.s. con una  $p < 0,01$  y  $p < 0,05$ , respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( $p < 0,05$ ).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual.

### 3.1.2.2. Número de flores

De los factores estudiados en el análisis de la varianza para el número de flores por planta (tabla 3.2) se observa, que este parámetro se vio influenciado en un mayor grado por el factor SUSTRATO (*S*) ( $p < 0,01$ ) durante todo el ciclo de cultivo, con valores superiores, en líneas generales, al 90% de la variabilidad total, y con tan solo, valores en torno al 2% de variabilidad para el residual o error, que correspondería a otros factores no contemplados en el análisis.

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO presentaron un número de flores por planta superior al resto de los sustratos ( $p < 0,05$ ) a mediados y final de ciclo (25 de abril y 02 de mayo). Al finalizar el ciclo de cultivo no se encontraron diferencias e.s. para el número de flores por planta entre los sustratos preparados con el textil.

El factor FERTILIZACIÓN (*F*) muestra una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) para el número de flores por planta en el conteo realizado el 25 de abril y representó, únicamente, el 6,58% de la variabilidad total (tabla 3.2). Al finalizar el ciclo de cultivo no hubo ninguna influencia del factor FERTILIZACIÓN en el número de flores por planta.

Las plantas con AL1 alcanzaron una mayor producción de flores el día 25 de abril ( $p < 0,05$ ), si bien no se encontraron diferencia entre los distintos niveles de fertilización para los días 27 de marzo y 2 de mayo.

En ninguno de los conteos realizados se encontraron interacciones e.s. entre los factores estudiados para el número de flores por planta (tabla 3.2).

Para la mayoría de los parámetros estudiados, nº de hojas y materia seca de la parte aérea, raíz y total, se observó una correlación positiva e.s. ( $p < 0,01$ ) con el número de flores por planta (tabla 3.3), obteniéndose valores elevados del coeficiente de correlación (0,95-0,98). La correlación entre los parámetros de color y el número de flores, únicamente, fue e.s. para el parámetro 'a' ( $p = 0,0143$ ), si bien, la variabilidad explicada por el modelo lineal fue, relativamente, baja ( $r = -0,44$ ).

**Tabla 3.2:** Influencia del Sustrato y de la Fertilización, en el número de flores de *Pelargonium zonale* (nº planta<sup>-1</sup>).

	27 marzo	25 abril	2-mayo
<b>Sustrato (S)</b>			
TU+CO	0,16	3,15 a	3,08 a
TEX	0,13	0,63 d	0,33 b
TEX+PVC	0,13	0,86 c	0,35 b
TEX+PE Cu	0,11	1,25 b	0,36 b
TEX+PE Al	0,16	0,90 c	0,40 b
<b>Fertilización (F)</b>			
AL0	0,14	1,11 b	0,83
AL1	0,14	1,60 a	0,98
<b>ANOVA</b>			
<b>Parámetros(grados de libertad)</b>	<b>Porcentaje de la suma de cuadrados</b>		
<b>Factor</b>			
S (4)	7,80 <sup>n.s.</sup>	90,85**	97,02**
F (1)	0,21 <sup>n.s.</sup>	6,58**	0,44 <sup>n.s.</sup>
<b>Interacción</b>			
S x F (4)	13,88 <sup>n.s.</sup>	0,52 <sup>n.s.</sup>	0,31 <sup>n.s.</sup>
Residual (20)	78,09	2,04	2,21
Desviación estándar <sup>+</sup>	0,07	0,16	0,20

TU+CO: turba rubia + fibra de coco; TEX: textil; TEX+PVC: textil + PVC; TEX+PE Cu: textil + polietileno de cobre; TEX+PE Al: textil + polietileno de aluminio.

AL0 y AL1: 0 y 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta (12-7-18 % NPK) respectivamente.

\*\* y \* indican efectos e.s. con una p<0,01 y p<0,05, respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD (p<0,05).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual.

**Tabla 3.3:** Modelos de regresión entre el número de flores por planta y el número de hojas por planta, la materia seca (m.s.) de la parte aérea, raíz y total y los parámetros de color 'a' y 'b', para las plantas de *Pelargonium zonale* (y=a+bx).

y	x	a	b	r	P
<b>Nº flores</b>	Nº hojas	-0,0878	0,0907	0,9831	0,0000
	m.s. parte aérea	0,0334	0,2990	0,9747	0,0000
	m.s. raíz	-0,1078	1,7391	0,9529	0,0000
	m.s. total	-0,3450	6,6029	0,9564	0,0000
	a	-5,4803	-2,0280	-0,4426	0,0143
	b	0,1302	0,0866	0,3051	0,1011

### 3.1.2.3. Peso fresco

#### Parte aérea (hojas + tallos + flores)

El sustrato empleado tuvo una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) en el peso fresco de la parte aérea (hojas + tallos + flores) y alcanzó un porcentaje muy elevado de la variabilidad total (90,91%) al final del ciclo de cultivo (tabla 3.4).

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO obtuvieron un peso fresco en hojas tallos y flores superior a los demás sustratos con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ), no existiendo diferencias e.s. entre los sustratos a base de textil.

Del mismo modo, se observó una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) del factor FERTILIZACIÓN (*F*) sobre el peso fresco de la parte aérea de la planta, si bien, tan solo, supuso un 2,46% de la variabilidad total (tabla 3.4). Los valores más elevados de peso fresco de la parte aérea lo obtuvieron las plantas abonadas con AL1, presentando diferencias e.s. respecto a las plantas cultivadas sin AL ( $p < 0,05$ ).

Para este parámetro se encontró una interacción doble “S x F” e.s. ( $p < 0,01$ ), en el sentido de que para el sustrato TU+CO se encontraron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre plantas fertilizadas y no fertilizadas con el AL, siendo estas últimas las que obtuvieron valores más bajos (figura 3.1).

#### Raíz

En cuanto al peso fresco de la raíz, del estudio del análisis de la varianza (tabla 3.4) se observa que este parámetro se encontró influenciado en un mayor grado por el factor SUSTRATO (*S*), suponiendo un 90,48% de la variabilidad total, mientras que la variabilidad para el residual fue de 7,56%, que se correspondería con otros factores no contemplados en el análisis.

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO obtuvieron un peso fresco de las raíces superior a los demás sustratos con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ), no encontrándose diferencias e.s. entre los sustratos compuestos a base de textil.

Por otro lado, no se detectó ninguna influencia e.s. del factor FERTILIZACIÓN (*F*) sobre el peso fresco de la raíz (tabla 3.4), de modo que no se encontraron diferencias e.s. entre los dos niveles de fertilización estudiados.

En el caso de este parámetro, no se detectó una influencia e.s. de la interacción doble entre los factores estudiados (tabla 3.4).

### Total

En lo referente al peso fresco total de la planta (tabla 3.4) se detectó una influencia e.s ( $p < 0.01$ ) del factor SUSTRATO (*S*), alcanzando un valor de 93,77% de la variabilidad total del experimento, suponiendo el residual, únicamente, el 2,13% de variabilidad.

Igualmente, el factor FERTILIZACIÓN (*F*) mostró una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) para el peso fresco total de la planta (tabla 3.4), si bien, alcanzó, tan solo, el 1,97% de la variabilidad total, mostrando una mínima influencia sobre este parámetro en comparación con el factor SUSTRATO.

Igual que en los anteriores parámetros, con la mezcla de sustratos TU+CO se obtuvieron plantas con un peso fresco total superior a los demás sustratos con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ), y tampoco se obtuvieron diferencias entre los sustratos que contenían textil.

En cuanto a la fertilización, las plantas con AL presentaron un peso fresco total superior a las plantas sin fertilizar, encontrándose diferencias e.s ( $p \leq 0,05$ ).

Sin embargo, se encontró para este parámetro una interacción doble "S x F" e.s. ( $p < 0,01$ ) de cuyo análisis se obtuvo, que para la mezcla de sustratos TU+CO existieron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre plantas fertilizadas y no fertilizadas con AL, siendo estas últimas las que obtuvieron valores más bajos (figura 3.1).

Relación parte aérea /raíz

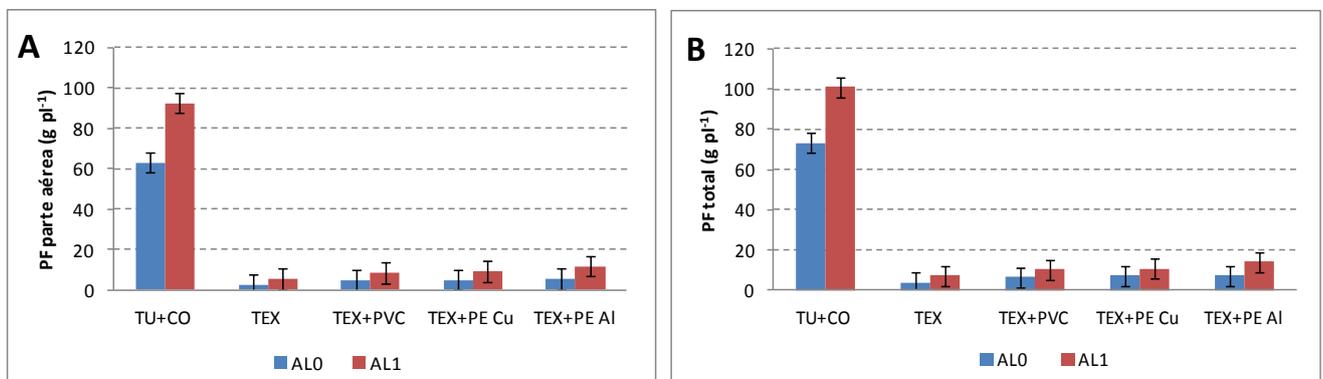
Respecto al ratio peso fresco de la parte aérea y peso fresco de la raíz (tabla 3.4) se detectó una moderada influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) del factor SUSTRATO (S), puesto que la variabilidad total alcanzada fue 49,36%, inferior a la obtenida en los parámetros anteriores; mientras que, el 24,95% de la variabilidad de este factor se debe a factores no contemplados en el análisis, muy superior al valor obtenido para el peso fresco de las distintas partes de la planta para este parámetro.

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO obtuvieron una relación parte aérea/raíz del peso fresco superior a los demás sustratos, con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ). No se encontraron diferencias e.s. (tabla 3.4) entre los sustratos a base de textil.

En relación con la fertilización, las plantas con AL1 presentaron una relación parte aérea/raíz del peso fresco superior a las plantas sin AL, encontrándose diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ). Siendo destacable el hecho, de que este factor (FERTILIZACIÓN) alcanzó los valores más elevados de variabilidad (20,41%) en comparación con los valores obtenidos en otros parámetros de este experimento.

Finalmente, no se detectó una influencia e.s. de la interacción entre los factores estudiados (tabla 3.4).

**Figura 3.1:** Estudio de la interacción doble "Sustrato x Fertilización". **A:** Peso fresco de la parte aérea (hojas + tallos + flores); **B:** Peso fresco total de la planta.



AL0: sin abono de liberación lenta; AL1: con 2 g de abono de liberación lenta por litro de sustrato. Las barras verticales corresponden al valor del intervalo LSD ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 3.4:** Influencia del Sustrato y de la Fertilización en el peso fresco de las plantas (parte aérea, raíz y total) y la relación entre el peso fresco de hojas y flores y la raíz.

	Hojas + Tallos+ Flores (g planta <sup>-1</sup> )	Raíz (g planta <sup>-1</sup> )	Total (g planta <sup>-1</sup> )	H + F / R (g planta <sup>-1</sup> )
<b>Sustrato (S)</b>				
TU+CO	77,98 a	8,96 a	86,95 a	9,43 a
TEX	4,10 b	1,23 b	5,33 b	3,51 b
TEX+PVC	6,73 b	1,48 b	8,21 b	4,40 b
TEX+PE Cu	7,06 b	1,80 b	8,86 b	4,23 b
TEX+PE Al	8,60 b	1,96 b	10,56 b	4,06 b
<b>Fertilización (F)</b>				
AL0	16,22 b	3,19	19,41 b	3,73 b
AL1	25,57 a	2,98	28,56 a	6,52 a

**ANOVA**

Parámetros (grados de libertad)

Porcentaje de la suma de cuadrados

**Factor**

S (4)	91,91**	90,48**	93,77**	49,36**
F (1)	2,46**	0,11 <sup>n.s.</sup>	1,97**	20,41**
<b>Interacción</b>				
S x F (4)	2,90**	1,83 <sup>n.s.</sup>	2,11**	5,26 <sup>n.s.</sup>
Residual (20)	2,71	7,56	2,13	24,95
Desviación estándar <sup>+</sup>	6,01	1,04	5,83	1,89

TU+CO: turba rubia + fibra de coco; TEX: textil; TEX+PVC: textil + PVC; TEX+PE Cu: textil + polietileno de cobre; TEX+PE Al: textil + polietileno de aluminio.

AL0 y AL1: 0 y 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta (12-7-18 % NPK) respectivamente.

\*\* y \* indican efectos e.s. con una p<0,01 y p<0,05, respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( p<0,05).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual.

**3.1.2.4. Peso seco**Parte aérea (hojas + tallos + flores)

Para el peso seco de la parte aérea (hojas + tallos + flores) (tabla 3.5) se constató una influencia e.s. (p<0,01), encontrándose que el peso seco fue afectado en un mayor grado por el factor SUSTRATO (S), suponiendo un 95,11% de la variabilidad total y tan solo se obtuvo un 0,92% de variabilidad para el residual o error.

Las diferencias en el peso seco de la parte aérea, entre las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO y las plantas con el resto de sustratos a base de textil, fueron e.s. ( $p < 0,05$ ). Entre los sustratos preparados con diferentes compuestos de textil no se detectaron diferencias e.s. (tabla 3.5).

En cuanto a la fertilización se constataron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ), alcanzando las plantas cultivadas con AL1 un peso seco de la parte aérea superior (tabla 3.5).

Para este parámetro, no se constató una influencia e.s. de la interacción doble entre los factores estudiados (tabla 3.5).

### Raíz

Del estudio del peso seco de la raíz en el análisis de la varianza (tabla 3.5), se observó que el peso seco se vio determinado en un mayor grado por el factor SUSTRATO (S), suponiendo un 91,10% de la variabilidad total presentando con una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ); mientras que, el residual supuso únicamente el 6,24% de la variabilidad, correspondiendo pues, este valor, a otros factores no contemplados en el análisis.

Para este parámetro se encontraron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre la mezcla de sustratos TU+CO y los sustratos a base de textil, alcanzando estos últimos, valores muy inferiores y similares entre ellos, sin diferencias e.s. (tabla 3.5).

Por otro lado, no se encontraron diferencias entre los dos programas de fertilización estudiados, ni se detectó una influencia e.s. de la interacción doble entre los factores analizados (tabla 3.5).

### Total

En lo que respecta al peso seco total, se obtuvo una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) del factor SUSTRATO (S) (tabla 3.5). Del estudio de este parámetro en el análisis de la varianza, se encontró que fue afectado en un mayor grado por este factor, y supuso un 96,06% de la variabilidad total. Tan solo se alcanzó un 3,42% de variabilidad por el

residual o error que se corresponde con otros factores no contemplados en el análisis estadístico.

El peso seco total de las plantas fue superior en las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ), respecto al obtenido por las plantas cultivadas en el resto de sustratos estudiados con diferentes tipos de textil (tabla 3.5).

Por otro lado, no se detectó una influencia e.s. del factor FERTILIZACIÓN ( $F$ ), ni de la interacción para este parámetro, con valores de la variabilidad significativamente muy bajos (tabla 3.5).

#### Relación parte aérea /raíz

En lo concerniente a la relación peso seco de la parte aérea y el peso seco de la raíz, se constató una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) del factor FERTILIZACIÓN ( $F$ ), detectándose valores muy elevados de la variabilidad total explicada por este factor (37,83%) en comparación con los otros parámetros estudiados en este experimento (tabla 3.5). Las diferencias para esta relación, entre las plantas abonadas con AL y las plantas cultivadas sin este abono, fueron e.s. ( $p < 0,05$ ), alcanzándose una mayor producción de materia seca de la parte aérea por unidad de materia seca de la raíz en las plantas que recibieron el tratamiento con AL (tabla 3.5).

Asimismo, para esta relación no se encontró una influencia e.s. del factor SUSTRATO ( $S$ ), ni de la interacción doble entre los factores analizados (tabla 3.5). Por tanto, no se detectaron diferencias e.s. entre los sustratos estudiados en este experimento. Además, se pudo constatar una escasa relevancia del factor sustrato con respecto a la influencia estadística sobre este ratio, puesto que únicamente alcanzó un 9,48% de la variabilidad total, lo que supuso un valor muy pequeño en comparación con la influencia de este factor sobre el resto de parámetros estudiados en este experimento.

**Tabla 3.5:** Influencia del Sustrato y de la Fertilización, en el peso seco de las plantas (parte aérea, raíz y total) y la relación entre el peso seco de hojas y flores y la raíz.

	Hojas + Tallos + Flores (g planta <sup>-1</sup> )	Raíz (g planta <sup>-1</sup> )	Total (g planta <sup>-1</sup> )	H + F / R (g planta <sup>-1</sup> )
<b>Sustrato (S)</b>				
TU+CO	9,93 a	1,73 a	11,68 a	6,06
TEX	0,76 b	0,18 b	0,95 b	4,88
TEX+PVC	1,21 b	0,31 b	1,51 b	4,16
TEX+PE Cu	1,31 b	0,35 b	1,65 b	4,45
TEX+PE Al	1,36 b	0,33 b	1,73 b	4,28
<b>Fertilización (F)</b>				
AL0	2,57 b	0,64	3,22	3,38 b
AL1	3,26 a	0,52	3,79	6,15 a
<b>ANOVA</b>				
<b>Parámetros (grados de libertad)</b>	<b>Porcentaje de la suma de cuadrados</b>			
<b>Factor</b>				
S (4)	95,11**	91,10**	96,06**	9,48 <sup>n.s.</sup>
F (1)	0,93*	0,88 <sup>n.s.</sup>	0,47 <sup>n.s.</sup>	37,83**
<b>Interacción</b>				
S x F (4)	0,19 <sup>n.s.</sup>	1,77 <sup>n.s.</sup>	0,04 <sup>n.s.</sup>	3,97 <sup>n.s.</sup>
Residual (20)	3,75	6,24	3,42	48,72
Desviación estándar <sup>+</sup>	0,85	0,18	0,94	1,92

TU+CO: turba rubia + fibra de coco; TEX: textil; TEX+PVC: textil + PVC; TEX+PE Cu: textil + polietileno de cobre; TEX+PE Al: textil + polietileno de aluminio.

AL0 y AL1: 0 y 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta (12-7-18 % NPK) respectivamente.

\*\* y \* indican efectos e.s. con una  $p < 0,01$  y  $p < 0,05$ , respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( $p < 0,05$ ).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual.

### 3.1.2.5. Color de las hojas

#### Parámetro 'a' del color

El factor SUSTRATO (S) tuvo una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ), suponiendo un 52,91% de la variabilidad total, en el parámetro 'a' del color de las hojas, mientras que la variabilidad para el residual fue de 32,02%, que se correspondería con otros factores no contemplados en el análisis (tabla 3.6).

Las hojas de las plantas cultivadas con los sustratos TEX+PVC, TEX+PE Cu y TEX+PE Al obtuvieron valores de 'a' superiores a los obtenidos en las hojas de las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO y TEX, con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ).

En cuanto al factor FERTILIZACIÓN (F), no se constató ninguna influencia e.s. sobre el parámetro 'a' del color de las hojas (tabla 3.6), de modo que no se encontraron diferencias e.s. entre los dos niveles de fertilización estudiados.

Por otro lado, no se detectó una influencia de e.s. la interacción doble entre los factores estudiados para este parámetro.

#### Parámetro 'b' del color

Respecto al parámetro 'b' del color, del estudio del análisis de la varianza (tabla 3.6), se detectó una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) del factor SUSTRATO (S), suponiendo un 47,05% de la variabilidad total, mientras que el 28,20% de la variabilidad de este factor fue debida a factores no contemplados en el análisis.

Las hojas de las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO y TEX obtuvieron valores del parámetro 'b' más elevados que las hojas de las plantas cultivadas en el resto de los sustratos ( $p < 0,05$ ).

Del mismo modo, para el factor FERTILIZACIÓN (F) se observó una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) sobre 'b', suponiendo un 19,48% de la variabilidad total (tabla 3.6), siendo los valores más elevados de este parámetro los correspondientes a las plantas sin abonar con AL ( $p < 0,05$ ).

Para este parámetro, no se detectó una influencia e.s. de la interacción doble entre los factores estudiados (tabla 3.6).

### Luminosidad o brillo (L)

Del estudio del parámetro L en el análisis de la varianza (tabla 3.6) se observó que se vio influenciado e.s. ( $p < 0,05$ ) en un mayor grado por el factor SUSTRATO, suponiendo un 28,89% de la variabilidad total, mientras que el 47,43% de la variabilidad de este factor fue debida a factores no contemplados en el análisis.

Las hojas de las plantas cultivadas con los sustratos TEX, TEX+PE Cu y TEX+PE Al, obtuvieron valores del parámetro L superiores a las cultivadas sobre la mezcla de sustratos TU+CO y TEX+PVC ( $p < 0,05$ ).

Igualmente, el factor FERTILIZACIÓN mostró una influencia e.s. ( $p < 0,05$ ) para este factor, alcanzando un valor de 13,80% de la variabilidad total. Por otra parte, las plantas sin fertilización con AL alcanzaron valores de L más elevados que las plantas abonadas con dicho abono ( $p < 0,05$ ).

Finalmente, no se detectó una influencia e.s de la interacción doble entre los factores estudiados (tabla 3.6).

### Relación a/b

En lo referente a la relación del parámetro 'a' y parámetro 'b' del color de las hojas (tabla 3.6), no se detectó ninguna influencia e.s del factor SUSTRATO (S) (tabla 3.6), de modo que no se encontraron diferencias e.s. entre la mezcla de sustratos TU+CO y los sustratos a base de textil.

En cuanto al factor FERTILIZACIÓN (F), se detectó una moderada influencia e.s. ( $p < 0,05$ ) sobre este parámetro, suponiendo un 20,12% de la variabilidad total, mientras que el 57,69% de la variabilidad de este factor fuer debida a factores no contemplados en el análisis

En relación con la fertilización, las hojas de las plantas sin fertilizar presentaron una relación a/b superior a la obtenida en las hojas de las plantas abonadas con AL con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ).

No se detectó una influencia e.s. de la interacción doble entre factores estudiados para este parámetro.

**Tabla 3.6:** Influencia del Sustrato y de la Fertilización, en los parámetros de color (a, b y L) y la relación entre el parámetro a y el b.

	a	b	L	a/b
<b>Sustrato (S)</b>				
TU+CO	-9,21 b	11,73 a	35,91 b	-0,78
TEX	-8,91 b	12,60 a	40,63 a	-0,73
TEX+PVC	-4,28 a	6,18 b	37,63 ab	-0,53
TEX+PE Cu	-5,73 a	7,50 b	39,38 a	-0,81
TEX+PE Al	-5,16 a	6,76 b	39,18 a	-0,83
<b>Fertilización (F)</b>				
AL0	-7,34	10,67 b	39,67 a	-0,61 a
AL1	-5,98	7,24 a	37,42 b	-0,86 b
<b>ANOVA</b>				
<b>Parámetros(grados de libertad)</b>	<b>Porcentaje de la suma de cuadrados</b>			
<b>Factor</b>				
S (4)	52,91**	47,05**	28,89*	14,86 <sup>n.s.</sup>
F (1)	6,06 <sup>n.s.</sup>	19,48**	13,80*	20,12*
<b>Interacción</b>				
S x F (4)	9,00 <sup>n.s.</sup>	5,27 <sup>n.s.</sup>	9,89 <sup>n.s.</sup>	7,33 <sup>n.s.</sup>
Residual (20)	32,02	28,20	47,43	57,69
Desviación estándar <sup>+</sup>	1,92	2,53	2,55	0,26

TU+CO: turba rubia + fibra de coco; TEX: textil; TEX+PVC: textil + PVC; TEX+PE Cu: textil + polietileno de cobre; TEX+PE Al: textil + polietileno de aluminio.

AL0 y AL1: 0 y 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta (12-7-18 % NPK) respectivamente.

\*\* y \* indican efectos e.s. con una p<0,01 y p<0,05, respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD (p<0,05).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual.

### 3.1.3. Parámetros vegetativos *Osteospermum ecklonis*

#### 3.1.3.1. Número de hojas

De los factores estudiados en el análisis de la varianza (tabla 3.7) se observa que el número de hojas se vio influenciado en un mayor grado por el factor SUSTRATO (S) ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ), con valores superiores, en líneas generales, al 80% de la variabilidad total y con tan solo valores en torno al 1% de variabilidad para el residual o error, que correspondería a otros factores no contemplados en el análisis.

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO presentaron la mayor producción de hojas por planta durante todo el ciclo de cultivo con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) respecto al resto de sustratos estudiados, y siendo el sustrato TEX+PVC el que menor número de hojas por planta presentó al final del ciclo de cultivo.

En cuanto al factor FERTILIZACIÓN (F), se observó una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) para el número de hojas por planta en todos los conteos realizados durante el ciclo del cultivo (tabla 3.7), detectándose, sin embargo, una disminución progresiva de la influencia de dicho factor a medida que avanza el cultivo, suponiendo el 51,68% de la variabilidad total el 22 de febrero, y únicamente, el 1,24% de la variabilidad total el 8 de mayo.

Las plantas a las que se les aportó AL1 obtuvieron un mayor número de hojas por planta con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) con respecto a las plantas que no se les aplicó AL.

Para este parámetro se encontraron tres interacciones dobles "S x F" e.s. ( $p < 0,01$ ) correspondientes a los días 27 de marzo, 25 de abril y 8 de mayo, de cuyo análisis se obtuvo que existieron valores más elevados de hojas por planta para la mezcla de sustratos TU+CO que para los sustratos compuestos por textiles, con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre plantas no abonadas y abonadas con AL (figura 3.2). Todos los sustratos mostraron diferencias e.s. entre plantas fertilizadas y no fertilizadas con AL, destacando entre los sustratos a base de textil, el sustrato TEX+PE

Cu que presentó valores más elevados en las plantas abonadas con abono de liberación lenta que el resto de los sustratos estudiados.

**Tabla 3.7:** Influencia del Sustrato y de la Fertilización en el número de hojas de *Osteospermum ecklonis* (nº planta<sup>-1</sup>).

	22 febrero	27 marzo	25 abril	08-mayo
<b>Sustrato (S)</b>				
TU+CO	8,98 a	19,46 a	37,16 a	46,06 a
TEX	8,90 ab	11,56 d	8,416 d	7,11 c
TEX+PVC	8,63 bc	12,11 c	8,08 d	4,45 d
TEX+PE Cu	8,65 bc	14,45 b	13,20 b	10,41 b
TEX+PE Al	8,56 c	11,05 e	10,35 c	7,20 c
<b>Fertilización (F)</b>				
F0	8,45 b	12,30 b	12,59 b	13,29 b
F1	9,04 a	15,16 a	18,29 a	16,80 a
<b>ANOVA</b>	<b>Porcentaje de la suma de cuadrados</b>			
<b>Parámetros (grados de libertad)</b>				
<b>Factor</b>				
S (4)	16,11*	80,27**	89,72**	98,23**
F (1)	51,68**	17,14**	6,01**	1,24**
<b>Interacción</b>				
S x F (4)	5,51 <sup>n.s.</sup>	1,85**	3,98**	0,25**
Residual (20)	26,70	0,74	0,30	0,28
Desviación estándar <sup>+</sup>	0,26	0,36	0,78	1,02

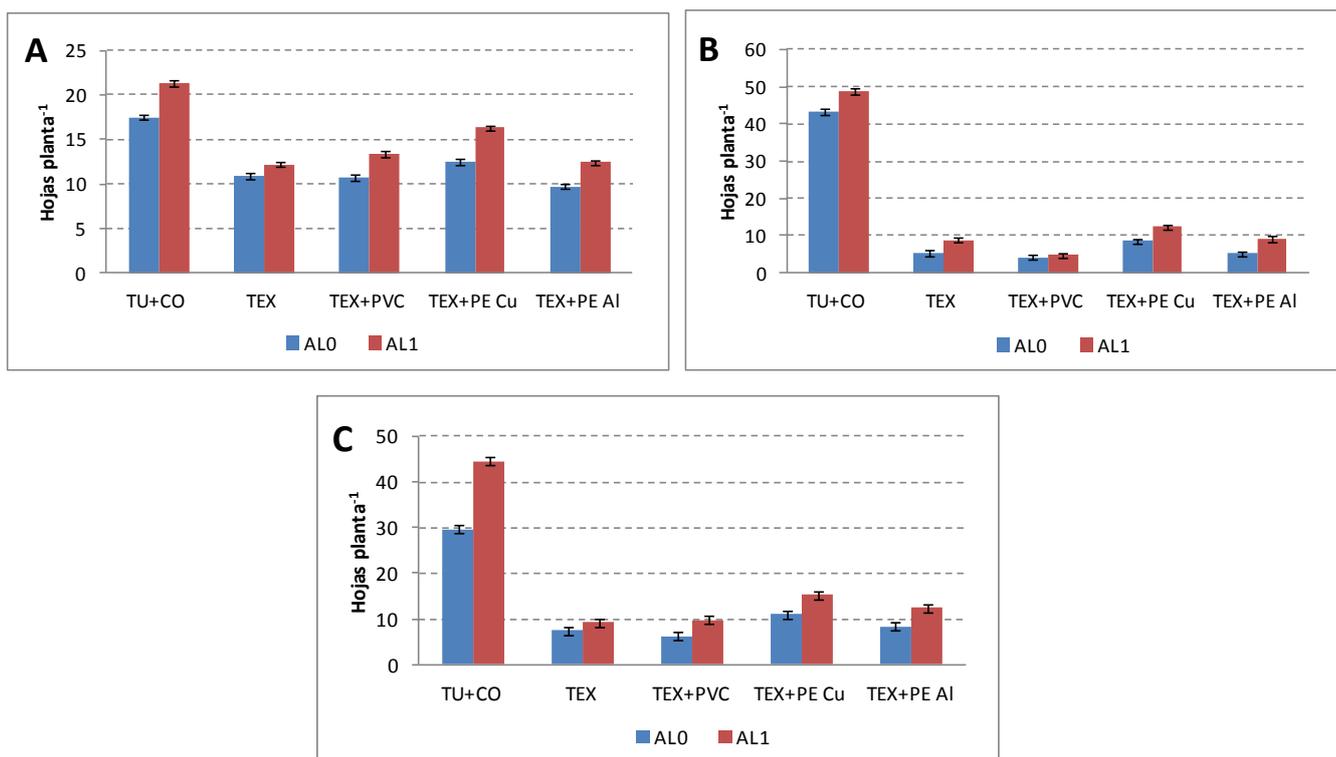
TU+CO: turba rubia + fibra de coco; TEX: textil; TEX+PVC: textil + PVC; TEX+PE Cu: textil + polietileno de cobre; TEX+PE Al: textil + polietileno de aluminio.

AL0 y AL1: 0 y 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta (12-7-18 % NPK) respectivamente.

\*\* y \* indican efectos e.s. con una p<0,01 y p<0,05, respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( p<0,05).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual.

**Figura. 3.2:** Estudio de la interacción doble “Sustrato x Fertilización” para el número de hojas.  
**A:** 27 de marzo; **B:** 25 de abril; **C:** 8 de mayo.



AL0: sin abono de liberación lenta; AL1: con 2 g de abono de liberación lenta por litro de sustrato. Las barras verticales corresponden al valor del intervalo LSD ( $p < 0,05$ ).

### 3.1.3.2. Número de flores

Del estudio de los factores en el análisis de la varianza (tabla 3.9) se observó que el número de flores por planta se vio influenciado en un mayor grado por el factor SUSTRATO (S) ( $p < 0,01$ ), con valores en torno al 70% de la variabilidad total, en líneas generales, y con tan solo, valores inferiores al 1% de variabilidad para el residual o error.

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO presentaron un número de flores por planta superior al resto de los sustratos e.s. ( $p < 0,05$ ) durante todo el ciclo de cultivo, con una media de 8,08 en la última fecha de conteo. Entre las plantas cultivadas en sustratos a base de textil, destaca el sustrato TEX+PE Cu con medias mayores que el resto de sustratos ( $p < 0,05$ ), si bien, no alcanzaron valores tan altos como la mezcla de sustratos TU+CO.

Del mismo modo se observó una influencia e.s ( $p < 0,01$ ) del factor FERTILIZACIÓN ( $F$ ) para este parámetro en los conteos realizados durante el ciclo de cultivo (tabla 3.9), si bien, el porcentaje de la variabilidad total explicada es relativamente bajo (4,88%). Las plantas con AL alcanzaron una mayor producción de flores por planta ( $p < 0,05$ ) en los días estudiados.

Se detectaron para este parámetro dos interacciones dobles “S x F” e.s. ( $p < 0,01$ ) para los días, 25 de abril y 8 de mayo.

En cuanto a la interacción doble “S x F” correspondiente al día 25 de abril (figura 3.3.A), los sustratos TU+CO, TEX y TEX+PE Cu se encontraron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre plantas fertilizadas y no fertilizadas con AL, siendo estas últimas las que obtuvieron valores más bajos, mientras que para el resto de sustratos no hubo diferencias entre los dos programas de abonado. Únicamente, se constataron diferencias e.s. entre las plantas no fertilizadas y fertilizadas con AL la mezcla de sustratos TU+CO (figura 3.3.B).

Para la mayoría de los parámetros estudiados, nº de hojas y materia seca de la parte aérea, raíz y total, se observó una correlación positiva e.s. ( $p < 0,01$ ) con el número de flores por planta (tabla 3.8), obteniéndose valores del coeficiente de correlación entre 0,68-0,91. La correlación entre los parámetros de color y el número de flores, no resultó e.s.

**Tabla 3.8:** Modelos de regresión entre el número de flores por planta y el número de hojas y el número de hojas por planta, la materia seca (m.s.) de la parte aérea, raíz y total y los parámetros de color ‘a’ y ‘b’ para las plantas de *Osteospermum ecklonis* ( $y=a+bx$ ).

y	x	a	b	r	P
Nº flores	Nº hojas	-1,2549	0,2049	0,9188	0,0000
	m.s. parte aérea	-1,3120	0,3599	0,8623	0,0000
	m.s. raíz	-0,7564	1,9643	0,6874	0,0000
	m.s. total	1,2807	0,3096	0,8451	0,0000
	a	0,5242	-0,2003	-0,0736	0,6988
	b	0,4874	0,1721	0,0989	0,6028

**Tabla 3.9:** Influencia del Sustrato y de la Fertilización en el número de flores de *Osteospermum ecklonis* (nº planta<sup>-1</sup>).

	25 abril	08 mayo
<b>Sustrato (S)</b>		
TU+CO	2,81 a	8,08 a
TEX	0,01 c	0,23 c
TEX+PVC	0,0 c	0,10 c
TEX+PE Cu	0,21 b	0,73 b
TEX+PE Al	0,0 c	0,0 c
<b>Fertilización (F)</b>		
AL0	0,24 b	1,05 b
AL1	0,98 a	2,60 a
<b>ANOVA</b>		
<b>Parámetros (grados de libertad)</b>	<b>Porcentaje de la suma de cuadrados</b>	
<b>Factor</b>		
S (4)	68,50**	79,56**
F (1)	7,66**	4,88**
<b>Interacción</b>		
S x F (4)	23,19**	15,23**
Residual (20)	0,65	0,33
Desviación estándar <sup>+</sup>	0,13	0,25

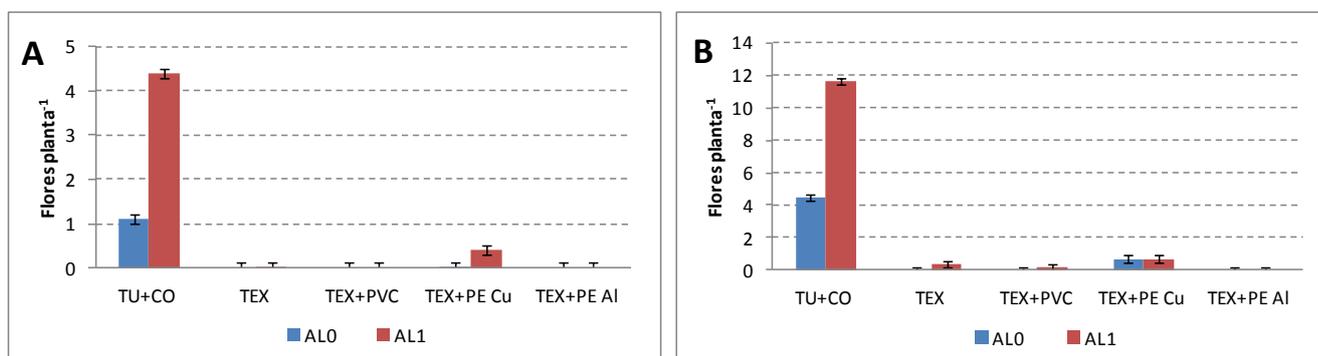
TU+CO: turba rubia + fibra de coco; TEX: textil; TEX+PVC: textil + PVC; TEX+PE Cu: textil + polietileno de cobre; TEX+PE Al: textil + polietileno de aluminio.

AL0 y AL1: 0 y 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta (12-7-18 % NPK) respectivamente.

\*\* y \* indican efectos e.s. con una p<0,01 y p<0,05, respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( p<0,05).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual.

**Figura. 3.3:** Estudio de la interacción doble “Sustrato x Fertilización” para el número de flores. A: 25 de abril; B: 8 de mayo.



AL0: sin abono de liberación lenta; AL1: con 2 g de abono de liberación lenta por litro de sustrato. Las barras verticales corresponden al valor del intervalo LSD (p<0,05).

### 3.1.3.3. Peso fresco

#### Parte aérea (hojas + tallos + flores)

Para el peso fresco de la parte aérea de las plantas, se observó que el sustrato empleado tuvo una influencia e.s ( $p < 0,01$ ), suponiendo el 84,38% de la variabilidad total, mientras que la variabilidad para el residual o error fue tan solo de 0,6% (tabla 3.10).

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO obtuvieron plantas con un peso fresco de la parte aérea superior a los demás sustratos con diferencias e.s ( $p < 0,05$ ). Entre los sustratos compuestos por textil, con el sustrato TEX+PE Cu se obtuvieron plantas con valores de peso fresco de la parte aérea más elevados.

Igualmente, el factor FERTILIZACIÓN ( $F$ ) mostró una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) sobre el peso fresco de la parte aérea, con un 6,27% de la variabilidad total (tabla 3.10). Los valores más elevados de este parámetro lo obtuvieron las plantas abonadas con AL, presentando diferencias e.s. respecto a las plantas cultivadas sin AL ( $p < 0,05$ ).

Para este parámetro se detectó una interacción doble "S x F" e.s. ( $p < 001$ ), en el sentido de que para los sustrato TU+CO y TEX+PE Cu se encontraron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre plantas fertilizadas y no fertilizadas con AL. Teniendo en cuenta las plantas a las que se les aplicó AL, aquellas cultivadas con los sustratos TU+CO y TEX+PE Cu presentaron valores más altos que el resto de sustratos ( $p < 0,05$ ) (grafica 3.4.A).

#### Raíz

Respecto al peso fresco de la raíz (tabla 3.10), se detectó una influencia e.s ( $p < 0,01$ ) del factor SUSTRATO, alcanzando un valor muy elevado de la variabilidad total (91,57%) al final del ciclo de cultivo.

El peso fresco de la raíz fue superior en plantas cultivadas en el sustrato TU+CO con diferencias e.s ( $p < 0,05$ ) respecto a los sustratos a base de textil. Además, se

detectaron diferencias e.s. entre dichos sustratos, obteniéndose valores más elevados para las plantas cultivadas en el sustrato TEX+PE Cu ( $p < 0,05$ ).

Sin embargo, no se detectó una influencia e.s del factor FERTILIZACIÓN ( $F$ ) ni de la interacción para este parámetro, con valores de la variabilidad total muy bajos (tabla 3.10).

### Total

En cuanto al peso fresco total de la planta (tabla 3.10) se detectó una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) del factor SUSTRATO ( $S$ ), con un valor de 89,34% de la variabilidad total, y con tan solo un 0,47 de variabilidad para el residual o error.

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO, alcanzaron un peso fresco total de la planta superior a los demás sustratos con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ). Igual que en los anteriores parámetros, se detectaron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre los sustratos compuestos por textil, siendo las plantas cultivadas con TEX+PE Cu los que presentaron los valores más elevados para dicho parámetro (tabla 3.10).

Del mismo modo, para el factor FERTILIZACIÓN ( $F$ ) se detectó una influencia e.s ( $p < 0,01$ ) en el peso fresco total de la planta, alcanzando el 4,43% de la variabilidad total.

Las plantas con AL presentaron un peso fresco total superior a las plantas sin fertilizar con este abono, con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ).

Para este parámetro se encontró una interacción doble "S x F" e.s. ( $p < 0,01$ ) de cuyo análisis se obtuvo que para la mezcla de sustratos TU+CO existieron diferencias e.s ( $p < 0,05$ ) entre plantas fertilizadas y no fertilizadas con AL, siendo las primeras las que obtuvieron valores más altos (figura 3.4). En las plantas fertilizadas se detectaron diferencias entre sustratos, siendo TU+CO y TEX+PE Cu los sustratos que presentaron valores más altos que el resto de sustratos ( $p < 0,05$ ).

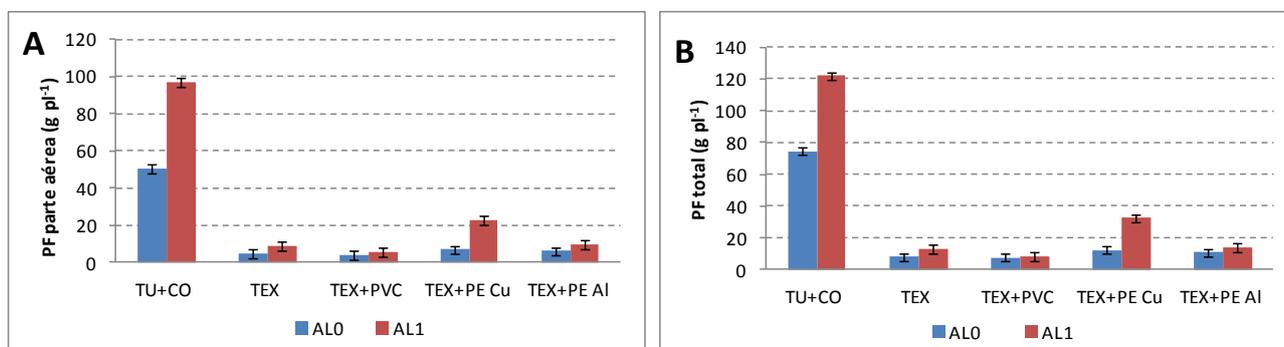
Relación parte aérea / raíz

En lo referente a la relación peso fresco de la parte aérea y el peso seco de la raíz, se detectó una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) del factor FERTILIZACIÓN ( $F$ ), observándose valores muy elevados de la variabilidad total explicada (35,85%) en comparación con los otros parámetros estudiados en este experimento (tabla 3.10). Se constataron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre plantas fertilizadas y no fertilizadas con AL, siendo las primeras las que presentaron valores más elevados. Por otro lado, el 28,93% de la variabilidad correspondió con el residual o error que se correspondería con otros factores no contemplados en el análisis.

Igualmente, para el factor SUSTRATO ( $S$ ) se encontró una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ), alcanzando el 29,73% de la variabilidad total. Para esta relación, las diferencias entre sustratos fueron e.s. ( $p < 0,05$ ), alcanzándose una mayor producción de peso fresco de la parte aérea por unidad de peso fresco de la raíz en las plantas cultivadas en la mezcla de sustratos TU+CO, no habiendo diferencias e.s. para los sustratos compuestos a base de textil (tabla 3.10)

Para este parámetro, no se constató una influencia e.s. de la interacción doble entre los factores estudiados.

**Figura. 3.4:** Estudio de la interacción doble "Sustrato x Fertilización". **A:** Peso fresco de la parte aérea (hojas + flores); **B:** Peso fresco total de la planta.



AL0: sin abono de liberación lenta; AL1: con 2 g de abono de liberación lenta por litro de sustrato. Las barras verticales corresponden al valor del intervalo LSD ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 3.10:** Influencia del Sustrato y de la Fertilización en el peso fresco.

	Hojas + Tallos + Flores (g planta <sup>-1</sup> )	Raíz (g planta <sup>-1</sup> )	Total (g planta <sup>-1</sup> )	H + F / R (g planta <sup>-1</sup> )
<b>Sustrato (S)</b>				
TU+CO	73,66 a	24,53 a	98,20 a	3,10 a
TEX	6,81 c	3,766 c	10,58 cd	1,81 b
TEX+PVC	5,05 c	2,98 c	8,03 d	1,85 b
TEX+PE Cu	14,8 b	7,71 b	22,51 b	1,783 b
TEX+PE Al	7,83 c	4,65 bc	12,48 c	1,76 b
<b>Fertilización (F)</b>				
AL0	14,48 b	8,24	22,73 b	1,49 b
AL1	28,78 a	9,21	37,99 a	2,63 a

<b>ANOVA</b>				
Parámetros (grados de libertad)	Porcentaje de la suma de cuadrados			
Factor				
S (4)	84,38**	91,57**	89,34**	29,73**
F (1)	6,27**	0,33 <sup>n.s.</sup>	4,43**	35,85**
<b>Interacción</b>				
S x F (4)	8,76**	1,20 <sup>n.s.</sup>	5,76**	5,48 <sup>n.s.</sup>
Residual (20)	0,60	6,90	0,47	28,93
Desviación estándar <sup>+</sup>	2,71	2,71	3,04	0,63

TU+CO: turba rubia + fibra de coco; TEX: textil; TEX+PVC: textil + PVC; TEX+PE Cu: textil + polietileno de cobre; TEX+PE Al: textil + polietileno de aluminio.

AL0 y AL1: 0 y 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta (12-7-18 % NPK) respectivamente.

\*\* y \* indican efectos e.s. con una p<0,01 y p<0,05, respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( p<0,05).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual.

### 3.1.3.4. Peso seco

#### Parte aérea (hojas + tallos + flores), Raíz y Total

Del estudio del peso seco de la parte aérea de la planta (hojas + tallos + flores), de la raíz y del peso seco total en el análisis de la varianza (tabla 3.11) se observó que estos parámetro se vieron influenciados en un mayor grado por el factor SUSTRATO (S), suponiendo en líneas generales un 90%, de la variabilidad total. Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO alcanzaron valores superiores a los obtenidos por las

plantas cultivadas con sustratos compuestos por textil ( $p < 0,05$ ), siendo los sustratos TEX y TEX+PVC los que presentaron valores más bajos.

Asimismo, no se detectó una influencia e.s. del factor FERTILIZACIÓN ( $F$ ), ni de la interacción doble entre los factores analizados (tabla 3.11) para estos parámetros. Además, se pudo constatar una escasa relevancia del factor FERTILIZACIÓN ( $F$ ) en relación con su influencia estadística sobre el peso seco de la parte aérea y de la raíz y el peso seco total, puesto que alcanzó, para todos estos parámetros, valores inferiores al 1% de la variabilidad total.

#### Relación parte aérea / raíz

En lo que respecta a la relación peso seco de la parte aérea y el peso seco de la raíz, el factor FERTILIZACIÓN ( $F$ ) mostró una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) observándose valores muy elevados de la variabilidad total explicada (34,43%) en comparación con los otros parámetros estudiados en este experimento (tabla 3.11), mientras que el residual o error supuso el 24,47% de la variabilidad, correspondiéndose este valor con otros factores no contemplados en el análisis.

En cuanto al factor SUSTRATO ( $S$ ), se encontró una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ), alcanzando el 25,12% de la variabilidad total. Para esta relación las diferencias entre sustratos fueron e.s. ( $p < 0,05$ ), alcanzándose una mayor producción de peso seco de la parte aérea por unidad de peso seco de la raíz en las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO, no encontrándose diferencias e.s. para los sustratos compuestos por textil (tabla 3.11).

Las plantas cultivadas con AL presentaron valores más elevados para este ratio ( $p < 0,05$ ), que las plantas cultivadas sin AL.

Finalmente, se encontró para este parámetro una interacción doble "S x F" e.s. ( $p < 0,01$ ), en el sentido de que para los sustratos TU+CO y TEX+PE Cu se detectó una diferencia e.s. ( $p < 0,05$ ) entre plantas fertilizadas y no fertilizadas con AL.

**Tabla 3.11:** Influencia del Sustrato y de la Fertilización en el peso fresco.

	Hojas + Tallos + Flores (g planta <sup>-1</sup> )	Raíz (g planta <sup>-1</sup> )	Total (g planta <sup>-1</sup> )	H + F / R (g planta <sup>-1</sup> )
<b>Sustrato (S)</b>				
TU+CO	24,53 a	3,48 a	28,01 a	7,38 a
TEX	3,76 c	0,58 bc	4,30 c	6,46 b
TEX+PVC	2,98 c	0,50 c	3,48 c	5,98 b
TEX+PE Cu	7,71 b	1,18 b	8,90 b	6,40 b
TEX+PE Al	4,65 bc	0,83 bc	5,48 bc	5,73 b
<b>Fertilización (F)</b>				
AL0	8,24	1,43	9,68	5,73 b
AL1	9,21	1,20	10,41	7,05 a

**ANOVA**

Parámetros (grados de libertad)

Porcentaje de la suma de cuadrados

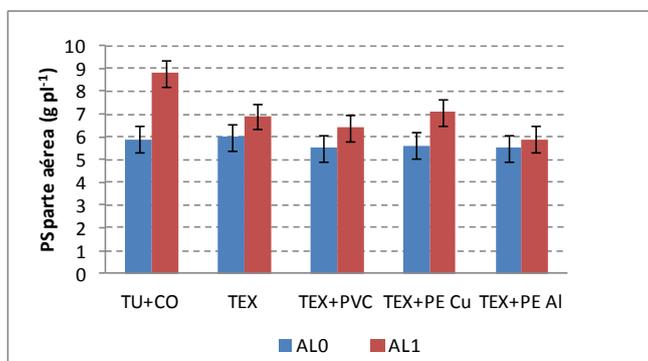
Factor				
S (4)	91,57**	81,21**	91,29**	25,12**
F (1)	0,33 <sup>n.s.</sup>	0,90 <sup>n.s.</sup>	0,15 <sup>n.s.</sup>	34,43**
<b>Intersección</b>				
S x F (4)	1,20 <sup>n.s.</sup>	6,17 <sup>n.s.</sup>	1,29 <sup>n.s.</sup>	15,99*
Residual (20)	6,90	11,72	7,27	24,47
Desviación estándar <sup>+</sup>	2,71	0,52	3,17	0,68

TU+CO: turba rubia + fibra de coco; TEX: textil; TEX+PVC: textil + PVC; TEX+PE Cu: textil + polietileno de cobre; TEX+PE Al: textil + polietileno de aluminio.

AL0 y AL1: 0 y 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta (12-7-18 % NPK) respectivamente.

\*\* y \* indican efectos e.s. con una p<0,01 y p<0,05, respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD (p<0,05).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual.

**Figura. 3.5:** Estudio de la interacción doble "S x F" de la relación entre el peso seco de la parte aérea (hojas + flores) y el peso seco de la raíz.

AL0: sin abono de liberación lenta; AL1: con 2 g de abono de liberación lenta por litro de sustrato. Las barras verticales corresponden al valor del intervalo LSD (p<0,05).

### 3.1.3.5. Color de las hojas

#### Parámetro 'a' del color

Del estudio del parámetro 'a' en el análisis de la varianza (tabla 3.12) se observó que el factor SUSTRATO (S) tuvo una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ), suponiendo el 35,13% de la variabilidad total, mientras que la variabilidad para el residual fue de 29,80%, que se correspondería con otros factores no contemplados en el análisis. Las plantas cultivadas con el sustrato TEX+PE Al obtuvieron valores más altos de 'a' que las plantas cultivadas en el resto de sustratos, con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ).

En lo referente a la fertilización, no se constató ninguna influencia e.s. sobre dicho parámetro, de modo que no se encontraron diferencias e.s. entre los niveles de fertilización estudiados (tabla 3.12).

Sin embargo, se constató para este parámetro una interacción doble "S x F" e.s. ( $p < 0,01$ ) con unos niveles elevados de variabilidad (28,83%) y, de cuyo análisis se obtuvo que para los sustrato TEX+PVC y TEX+PE Cu existieron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre plantas fertilizadas y no fertilizadas con AL, siendo estas últimas la que obtuvieron valores más bajos (figura 3.6.A).

#### Parámetro 'b' del color

En cuanto al parámetro 'b', se detectó una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) del factor SUSTRATO, alcanzando el 37,70% de la variabilidad total, mientras que el 25,59% de la variabilidad de este parámetro fue debida a factores no contemplados en el análisis (tabla 3.12). Las plantas cultivadas sobre el sustrato TEX+PE Al presentaron valores más elevados de 'b' que el resto de sustratos con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ).

Igualmente, se observó una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) para el factor FERTILIZACIÓN (F) sobre 'b' (tabla 3.12), suponiendo el 13,15% de la variabilidad total, de forma que las plantas sin fertilizar con AL presentaron valores e.s. más elevados que las plantas fertilizadas con abonos de liberación lenta ( $p < 0,05$ ).

Para este parámetro se constató una interacción doble “S x F” e.s. ( $p < 0,01$ ) con unos niveles elevados de variabilidad (23,57%) y se observó que para los sustrato TEX+PVC y TEX+PE Cu existieron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre plantas fertilizadas y no fertilizadas con AL, siendo estas últimas la que obtuvieron valores más bajos (figura 3.6.B). Las plantas cultivadas sobre los sustratos TU+CO y TEX no mostraron diferencias e.s.

#### Luminosidad o brillo (L)

Del estudio del parámetro L en el análisis de la varianza (tabla 3.12) se observó que el factor SUSTRATO (S) tuvo una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) sobre este parámetro, suponiendo el 46,83% de la variabilidad total, mientras que el 36,06% de la variabilidad del residual correspondió a factores no contemplados en el análisis.

Las plantas cultivadas sobre el sustrato TEX+PE Cu presentaron valores más elevados de L, con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) respecto al resto de los sustratos estudiados (tabla 3.12).

Por otro lado, no se detectó una influencia e.s. del factor FERTILIZACIÓN, ni de la interacción para este parámetro.

#### Relación a/b

Del análisis de la varianza para la relación a/b (tabla 3.12) se constató que el factor SUSTRATO (S) tuvo una mayor influencia sobre este parámetro con diferencias e.s. ( $p < 0,01$ ), suponiendo el 41,15% de la variabilidad total, mientras que el 37,26% de la variabilidad correspondió al residual y fue debida a factores no contemplados en el análisis.

Las plantas cultivadas con el sustrato TEX+PE Al presentaron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) con valores de a/b más bajos que el resto de sustratos.

En lo referente al factor FERTILIZACIÓN (F), se observó una moderada influencia e.s. ( $p < 0,05$ ) sobre la relación a/b, suponiendo un 14,31% de la variabilidad total,

detectándose diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre plantas fertilizadas y no fertilizadas con AL, siendo las primeras las que obtuvieron valores más elevados de dicho parámetro (tabla 3.12).

No se detectó una influencia e.s. de la interacción doble entre los factores estudiados para este parámetro.

**Tabla 3.12:** Influencia del Sustrato y de la Fertilización en los parámetros de color (a, b y L.) y la relación entre el parámetro a y el b.

	a	b	L	a/b
<b>Sustrato (S)</b>				
TU+CO	-6,43 b	7,91 a	32,60 c	-0,80 a
TEX	-6,90 b	8,51 a	33,73 bc	-0,81 a
TEX+PVC	-6,63 b	8,11 a	35,36 ab	-0,81 a
TEX+PE Cu	-7,46 b	9,01 a	36,21 a	-0,85 a
TEX+PE Al	-5,15 a	5,43 b	35,26 ab	-1,00 b
<b>Fertilización (F)</b>				
AL0	-6,84	8,53 a	35,08	-0,81 a
AL1	-6,19	7,06 b	34,19	-0,90 b
<b>ANOVA</b>				
<b>Parámetros (grados de libertad)</b>	<b>Porcentaje de la suma de cuadrados</b>			
<b>Factor</b>				
S (4)	35,13**	37,70**	46,83**	41,15**
F (1)	6,25 <sup>n.s.</sup>	13,15**	5,49 <sup>n.s.</sup>	14,31*
<b>Interacción</b>				
S x F (4)	28,83**	23,57**	11,60 <sup>n.s.</sup>	7,28 <sup>n.s.</sup>
Residual (20)	29,80	25,59	36,08	37,26
Desviación estándar <sup>+</sup>	0,86	1,25	1,39	0,09

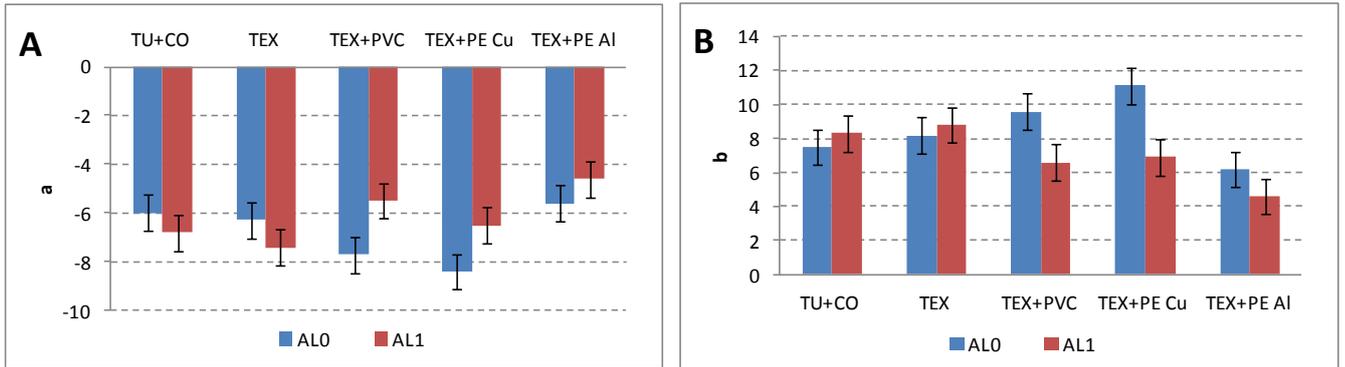
TU+CO: turba rubia + fibra de coco; TEX: textil; TEX+PVC: textil + PVC; TEX+PE Cu: textil + polietileno de cobre; TEX+PE Al: textil + polietileno de aluminio.

AL0 y AL1: 0 y 2 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta (12-7-18 % NPK) respectivamente.

\*\* y \* indican efectos e.s. con una  $p < 0,01$  y  $p < 0,05$ , respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( $p < 0,05$ ).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual.

**Figura. 3.6:** Estudio de la interacción doble “Sustrato x Fertilización”. **A:** Parámetro a; **B:** Parámetro b



AL0: sin abono de liberación lenta; AL1: con 2 g de abono de liberación lenta por litro de sustrato. Las barras verticales corresponden al valor del intervalo LSD ( $p < 0,05$ ).

### 3.2. Experimento 2

#### 3.2.1. Plantas comerciales

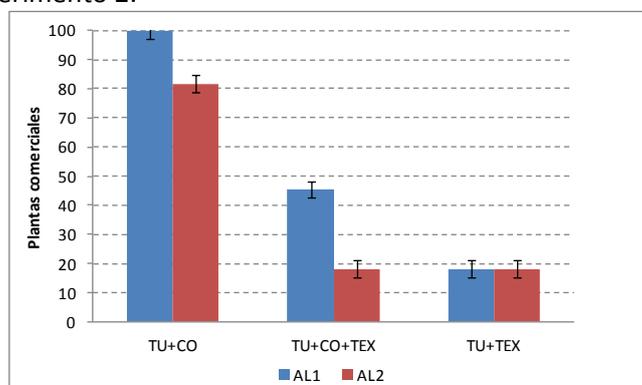
En cuanto al porcentaje de plantas comerciales de *Pelargonium zonale*, el factor SUSTRATO (S) tuvo una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ), alcanzando un valor muy elevado de la variabilidad total (89,18%).

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO presentaron un mayor número de plantas comerciales que las plantas cultivadas en las mezclas de sustratos TU+CO+TEX y TU+TEX, existiendo diferencias e.s ( $p \leq 0,05$ ).

Del mismo modo, se observó una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ) del factor ABONO sobre el número de plantas comerciales, si bien, tan solo supuso el 4,42% de la variabilidad total. Las plantas abonadas con AL1 obtuvieron un valor superior a las plantas abonadas con AL2.

Para este parámetro se encontró una interacción doble "S x A" e.s. ( $p < 0,05$ ), de cuyo análisis se obtuvo que para la mezcla de sustratos TU+CO y TU+CO+TEX se encontraron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre plantas abonadas con AL1 y AL2, siendo el AL1 el que presentó un mayor número de plantas comerciales al final del ciclo de cultivo.

**Figura 3.7:** Estudio de la interacción doble "Sustrato x Abono" para el porcentaje de plantas comerciales del Experimento 2.



AL1: abono de liberación lenta Osmocote Bloom (12-7-18 % NPK); AL2: abono de liberación lenta Osmocote Bloom + Osmocote Exact (15-9-9% NPK) Las barras verticales corresponden al valor del intervalo LSD ( $p < 0,05$ ).

### 3.2.2. Parámetros vegetativos

#### 3.2.2.1. Número de hojas

Del análisis de la varianza (tabla 3.13) se observa que el factor SUSTRATO (S) influyó en un mayor grado sobre el número de hojas por planta durante la mayor parte del ciclo de cultivo ( $p < 0,01$ ), con valores superiores, en líneas generales, al 77% de la variabilidad total. Se observó un efecto lineal e.s. ( $p < 0,01$ ) de la concentración de textil sobre el número total de hojas por planta. El efecto cuadrático alcanzó valores muy bajos de variabilidad.

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO obtuvieron el mayor número de hojas por planta los días 26 de junio y 17 de julio, con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) respecto a los otros sustratos. La mezcla de sustratos TU+TEX presentó los valores más bajos de dicho parámetro con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ).

En cuanto al factor ABONO (A), no ha resultado e.s para el número de hojas por planta en la mayor parte de las fechas estudiadas (tabla 3,13), exceptuando en las primeras fases del ciclo de cultivo, que dicho factor resultó e.s. ( $p < 0,05$ ), con diferencias entre las plantas abonadas con AL, detectándose los valores más elevados para el abono AL1.

Sin embargo, se encontró para este parámetro una interacción doble "S x A" e.s. ( $p < 0,05$ ), para el día 30 de mayo (figura 3.8), de cuyo análisis se obtuvo que las plantas cultivadas sobre la mezcla de sustratos TU+CO+TEX presentaron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre abonos, siendo el AL1 el que presentó valores más elevados. Además, las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO+TEX obtuvieron un mayor número de hojas por planta con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) respecto a las plantas cultivadas en la mezcla de sustratos TU+TEX, pero estos resultados difirieron de los obtenidos por las plantas cultivadas en la mezcla de sustratos TU+CO.

**Tabla 3.13:** Influencia del Sustrato y del Abono en el número de hojas ( $n^{\circ}$  planta $^{-1}$ ).

	30 mayo	26 junio	17 julio
<b>Sustrato (S)</b>			
TU+CO (0% TEX)	6,25	16,25 a	18,10 a
TU+CO+TEX (15% TEX)	6,25	13,70 b	14,05 b
TU+TEX (30% TEX)	6,06	11,28 c	10,35 c
<b>Abono (A)</b>			
AL1	6,33 a	13,61	13,38
AL2	6,04 b	13,87	14,94

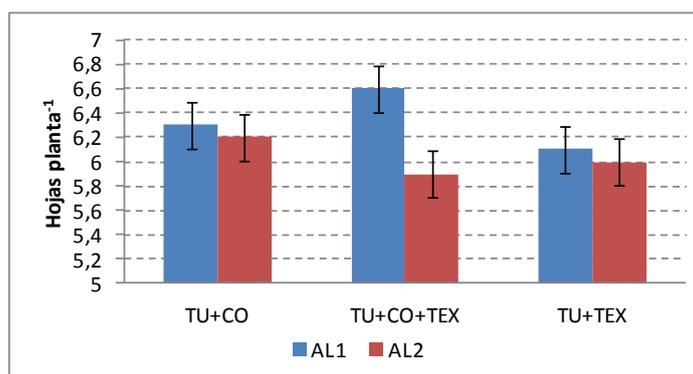
ANOVA	Porcentaje de la suma de cuadrados		
Parámetros (grados de libertad)			
Factor			
Sustrato(S) (2)	9,22 <sup>n.s.</sup>	77,51**	77,93**
L (1)	6,92 <sup>n.s.</sup>	77,49**	77,88**
Q (1)	2,31 <sup>n.s.</sup>	0,02 <sup>n.s.</sup>	0,05 <sup>n.s.</sup>
Abono (A) (1)	25,76*	0,34 <sup>n.s.</sup>	4,71 <sup>n.s.</sup>
<b>Interacción</b>			
S x A (2)	26,14*	0,32 <sup>n.s.</sup>	3,01 <sup>n.s.</sup>
Residual (12)	38,87	21,84	14,34
Desviación estándar <sup>+</sup>	0,22	1,32	1,66

TU+CO (0% TEX): turba rubia + fibra de coco; TU+CO+TEX (15% TEX): turba rubia + fibra de coco + textil; TU+TEX (30% TEX): turba rubia + textil.

AL1: abono de liberación lenta Osmocote Bloom (12-7-18 % NPK); AL2: abono de liberación lenta Osmocote Bloom + Osmocote Exact (15-9-9% NPK)

\*\* y \* indican efectos e.s. con una  $p < 0,01$  y  $p < 0,05$ , respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( $p < 0,05$ ).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual

**Figura 3.8:** Estudio de la interacción doble "Sustrato x Abono" para el número de hojas el 30 de mayo.

AL1: abono de liberación lenta Osmocote Bloom (12-7-18 % NPK); AL2: abono de liberación lenta Osmocote Bloom + Osmocote Exact (15-9-9% NPK). Las barras verticales corresponden al valor del intervalo LSD ( $p < 0,05$ ).

### 3.2.2.2. Número de flores

En lo referente al número de flores por planta (tabla 3.14), el factor SUSTRATO (S) tuvo una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ) en las fechas en las que se realizaron los muestreos, suponiendo el 69,30% de la variabilidad total al final del ciclo de cultivo. Además, se constató un efecto lineal e.s. ( $p < 0,01$ ) de la concentración de textil en el sustrato, representando la mayor parte de la variabilidad debida al factor sustrato (67,92%) al final del ciclo de cultivo.

Las plantas cultivadas con las mezclas de sustratos TU+CO y TU+CO+TEX, presentaron un número de flores por planta mayor que la mezcla de sustratos TU+TEX, con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ )

**Tabla 3.14:** Influencia del Sustrato y del Abono en el número de flores ( $n^{\circ}$  planta $^{-1}$ ).

	26 junio	17 julio
<b>Sustrato (S)</b>		
TU+CO (0% TEX)	1,25 a	2,93 a
TU+CO+TEX (15% TEX)	1,18 a	2,40 a
TU+TEX (30% TEX)	0,96 b	1,51 b
<b>Abono (A)</b>		
AL1	1,17	2,18
AL2	1,08	2,37
<b>ANOVA</b>		
<b>Parámetros (grados de libertad)</b>	<b>% de la suma de cuadrados</b>	
<b>Factor</b>		
Sustrato(S) (2)	39,90*	69,30**
L (1)	36,49**	67,92**
Q (1)	3,41 <sup>n.s.</sup>	1,38 <sup>n.s.</sup>
Abono (A) (1)	5,39 <sup>n.s.</sup>	1,81 <sup>n.s.</sup>
<b>Interacción</b>		
S x A (2)	8,25 <sup>n.s.</sup>	0,01 <sup>n.s.</sup>
Residual (12)	46,46	28,88
Desviación estándar <sup>+</sup>	0,16	0,46

TU+CO (0% TEX): turba rubia + fibra de coco; TU+CO+TEX (15% TEX): turba rubia + fibra de coco + textil; TU+TEX (30% TEX): turba rubia + textil.

AL1: abono de liberación lenta Osmocote Bloom (12-7-18 % NPK); AL2: abono de liberación lenta Osmocote Bloom + Osmocote Exact (15-9-9% NPK)

\*\* y \* indican efectos e.s. con una  $p < 0,01$  y  $p < 0,05$ , respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( $p < 0,05$ ).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual

Finalmente, no se detectó una influencia e.s. del factor ABONO (A) (tabla 3,14), ni de la interacción para este parámetro. Además, se pudo constatar una escasa relevancia de dicho factor en una influencia sobre este parámetro, puesto que al final del ciclo de cultivo tan solo supuso el 1,81% de la variabilidad total.

Se observó una correlación positiva e.s. entre el número de flores y el nº de hojas ( $p < 0,01$ ) con un coeficiente de correlación de 0,83; y también para el peso seco de la parte aérea y el peso seco total ( $p < 0,05$ ) con el número de flores por planta (tabla 3.15). La correlación entre los parámetros de color no resultó e.s.

**Tabla 3.15:** Modelos de regresión entre el número de flores por planta y el número de hojas por planta, la materia seca (m.s.) de la parte aérea, raíz y total y los parámetros de color 'a' y 'b', para las plantas de *Pelargonium zonale* con los abonos AL1 y AL2 ( $y = a + bx$ ).

y	x	a	b	r	P
Nº flores	Nº hojas	-0,0208	0,1626	0,8309	0,0000
	m.s. parte aérea	1,5875	0,1485	0,5024	0,0336
	m.s. raíz	1,6272	1,3269	0,3646	0,1368
	m.s. total	1,5719	0,1373	0,4972	0,0358
	a	5,7580	0,4628	0,3983	0,1016
	b	5,1895	-0,3020	-0,3583	0,1442

### 3.2.2.3. Peso fresco

#### Parte aérea (hojas + tallos + flores), Raíz y Total

Del estudio del peso fresco en el análisis de la varianza (tabla 3.16) se observa que el factor SUSTRATO (S) tuvo una influencia e.s. ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ) para los parámetros del peso fresco de la parte aérea (hojas + tallos + flores), de la raíz y el peso fresco total, alcanzando valores en torno al 40-50% de la variabilidad total; mientras que el residual alcanzó valores de variabilidad comprendidos entre el 30 y 40%. El efecto lineal de la proporción de textil fue e.s. ( $p < 0,01$ ), mientras que el efecto cuadrático no tuvo ninguna influencia e.s. en el peso fresco de estos parámetros.

Las plantas cultivadas sobre la mezcla de sustratos TU+CO presentaron los valores más elevados del peso fresco de la planta con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) con

respecto a los otros sustratos a base por una parte de textil, sin existir diferencias e.s. entre estos sustratos (tabla 3.16).

No se detectó una influencia e.s. del factor ABONO (A) para estos parámetros, suponiendo tan solo valores en torno al 1% de la variabilidad total, ni tampoco de la interacción doble entre los factores estudiados fue e.s.

**Tabla 3.16:** Influencia del Sustrato y del Abono en el peso fresco.

	Hojas + Flores (g planta <sup>-1</sup> )	Raíz (g planta <sup>-1</sup> )	Total (g planta <sup>-1</sup> )	H + F / R (g planta <sup>-1</sup> )
<b>Sustrato (S)</b>				
TU+CO (0% TEX)	53,31 a	5,26 a	58,58 a	10,03
TU+CO+TEX (15% TEX)	25,56 b	3,30 b	28,86 b	7,71
TU+TEX (30% TEX)	24,43 b	3,21 b	27,65 b	7,75
<b>Abono (A)</b>				
AL1	35,44	4,10	39,54	8,67
AL2	33,43	3,75	37,18	8,32
<b>ANOVA</b>				
<b>Parámetros (grados de libertad)</b>	<b>Porcentaje de la suma de cuadrados</b>			
<b>Factor</b>				
Sustrato(S) (2)	56,78**	40,72*	56,37**	28,35 <sup>n.s.</sup>
L (1)	44,26**	31,98*	43,95**	20,66 <sup>n.s.</sup>
Q (1)	12,53 <sup>n.s.</sup>	9,00 <sup>n.s.</sup>	12,44 <sup>n.s.</sup>	7,42 <sup>n.s.</sup>
Abono (A) (1)	0,32 <sup>n.s.</sup>	1,35 <sup>n.s.</sup>	0,38 <sup>n.s.</sup>	0,76 <sup>n.s.</sup>
<b>Interacción</b>				
S x A (2)	10,20 <sup>n.s.</sup>	11,76 <sup>n.s.</sup>	10,48 <sup>n.s.</sup>	4,45 <sup>n.s.</sup>
Residual (12)	32,69	46,17	32,77	66,44
Desviación estándar <sup>+</sup>	12,41	1,24	13,36	2,03

TU+CO (0% TEX): turba rubia + fibra de coco; TU+CO+TEX (15% TEX): turba rubia + fibra de coco + textil; TU+TEX (30% TEX): turba rubia + textil.

AL1: abono de liberación lenta Osmocote Bloom (12-7-18 % NPK); AL2: abono de liberación lenta Osmocote Bloom + Osmocote Exact (15-9-9% NPK)

\*\* y \* indican efectos e.s. con una  $p < 0,01$  y  $p < 0,05$ , respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( $p < 0,05$ ).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual

### Relación parte aérea/raíz

Ninguno de los factores estudiados, ni la interacción, para la relación entre el peso fresco de la parte aérea de la planta y del peso fresco de la raíz resultó e.s., por lo

que no se detectaron diferencias entre sustratos ni entre los abonos de liberación lenta estudiados (tabla 3.16).

#### **3.2.2.4. Peso seco**

##### Parte aérea (hojas + tallos + flores), Raíz, Total y Relación parte aérea/raíz

De los factores estudiados en el análisis de la varianza para el peso seco de la parte aérea (hojas + tallos + flores), el peso seco total y la relación entre la parte aérea y la raíz (tabla 3.17), se observó que estos parámetros se vieron influenciados por el factor SUSTRATO (S) ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ), con valores de 57,71%, 56,7% y 40,34%, respectivamente, de la variabilidad total. La variabilidad para el residual supuso para el peso seco de la parte aérea y el peso seco total el 35,12 y 35,69% respectivamente, y para la relación entre el peso seco de la parte aérea y el de la raíz el 56,90%.

Del estudio de las proporciones de textil en el sustratos estudiadas 0, 15 y 30%, se observó una influencia e.s del efecto lineal en el peso seco de la parte aérea ( $p < 0,01$ ), de la raíz ( $p < 0,05$ ) y el ratio parte aérea/raíz ( $p < 0,05$ ); y una influencia e.s. ( $p < 0,05$ ) del efecto cuadrático en el peso seco de la parte aérea.

Las plantas cultivadas con la mezcla de sustratos TU+CO presentaron valores más elevados de estos parámetros que las plantas cultivadas con los otros sustratos compuestos por una parte de textil con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ).

Para estos parámetros no se detectó una influencia e.s. del factor ABONO (A) (tabla 3.17), suponiendo tan solo valores inferiores al 1% de la variabilidad total, ni tampoco de la interacción doble entre los factores estudiados.

Para el peso fresco de la raíz, no resultó e.s. ninguno de los factores estudiados, por lo que no se detectaron diferencias entre sustratos ni entre los AL estudiados (tabla 3.17).

**Tabla 3.17:** Influencia del Sustrato y del Abono en el peso seco.

	Hojas + Flores (g planta <sup>-1</sup> )	Raíz (g planta <sup>-1</sup> )	Total (g planta <sup>-1</sup> )	H + F / R (g planta <sup>-1</sup> )
<b>Sustrato (S)</b>				
TU+CO (0% TEX)	7,23 a	0,65 a	7,88 a	11,26 a
TU+CO+TEX (15% TEX)	3,41 b	0,41 b	3,83 b	8,33 b
TU+TEX (30% TEX)	3,40 b	0,41 b	3,81 b	8,16 b
<b>Abono (A)</b>				
AL1	4,87	0,54	5,42	9,30
AL2	4,48	0,44	4,93	9,21

**ANOVA****Parámetros (grados de libertad)****Porcentaje de la suma de cuadrados****Factor**

Sustrato(S) (2)	57,71**	32,53 <sup>n.s.</sup>	56,74**	40,34*
L (1)	43,47**	24,39*	42,24 <sup>n.s.</sup>	31,91*
Q (1)	14,24*	8,13 <sup>n.s.</sup>	14,03 <sup>n.s.</sup>	8,48 <sup>n.s.</sup>
Abono (A) (1)	0,67 <sup>n.s.</sup>	6,72 <sup>n.s.</sup>	0,93 <sup>n.s.</sup>	0,04 <sup>n.s.</sup>
<b>Interacción</b>				
S x A (2)	6,50 <sup>n.s.</sup>	7,97 <sup>n.s.</sup>	6,73 <sup>n.s.</sup>	2,72 <sup>n.s.</sup>
Residual (12)	35,12	52,78	35,60	56,90
Desviación estándar <sup>+</sup>	1,72	0,17	1,86	2,07

TU+CO (0% TEX): turba rubia + fibra de coco; TU+CO+TEX (15% TEX): turba rubia + fibra de coco + textil; TU+TEX (30% TEX): turba rubia + textil.

AL1: abono de liberación lenta Osmocote Bloom (12-7-18 % NPK); AL2: abono de liberación lenta Osmocote Bloom + Osmocote Exact (15-9-9% NPK)

\*\* y \* indican efectos e.s. con una  $p < 0,01$  y  $p < 0,05$ , respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( $p < 0,05$ ).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual

**3.2.2.5. Color de las hojas**Parámetros 'a', 'b' y luminosidad (L)

En lo referente a los parámetro Hunter de color (a, b, L), del estudio de la varianza (tabla 3.18), se detectó una influencia e.s. ( $p < 0,05$ ) del factor SUSTRATO (S), encontrándose un efecto lineal e.s. ( $p < 0,05$ ) de la concentración de textil en los tres parámetros de color. Las plantas cultivadas sobre la mezcla de sustratos TU+CO mostraron valores más elevados de 'a' y 'b' con diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) respecto a las mezclas de sustratos TU+CO+TEX y TU+TEX, con valores altos de 'a' y más bajos de 'b' y L.

El factor ABONO (A) no mostró ninguna influencia e.s. para estos parámetros, con valores de la variabilidad total muy bajos (tabla 3.18).

Para el factor L se detectó un interacción doble “S x A” e.s. ( $p < 0,05$ ), de cuyo análisis se obtuvo que para las mezclas de sustratos TU+CO y TU+CO+TEX existieron diferencias e.s. ( $p < 0,05$ ) entre AL, siendo los valores obtenidos con AL1 superiores en la mezcla de sustratos TU+CO; mientras que la mezcla de sustratos TU+CO+TEX las plantas abonadas con AL2 obtuvieron un mayor brillo en las hojas en comparación con los valores obtenidos por las plantas abonadas con AL1. Las plantas abonadas con el abono AL2 mostraron diferencias e.s. entre sustratos, siendo el TU+CO el que presentó los valores más bajos de L (figura 3.9).

**Tabla 3.18:** Influencia del Sustrato y del Abono en los parámetros de color de las plantas (a, b y L) y la relación entre el parámetro a y el b.

	a	b	L	a/b
<b>Sustrato (S)</b>				
TU+CO (0% TEX)	-7,02 a	8,95 b	30,01 b	-0,79
TU+CO+TEX (15% TEX)	-7,77 b	10,01 a	30,91 ab	-0,77
TU+TEX (30% TEX)	-7,72 b	9,89 a	31,34 a	-0,78
<b>Abono (A)</b>				
AL1	-7,56	9,53	30,74	-0,79 b
AL2	-7,45	9,70	30,77	-0,76 a

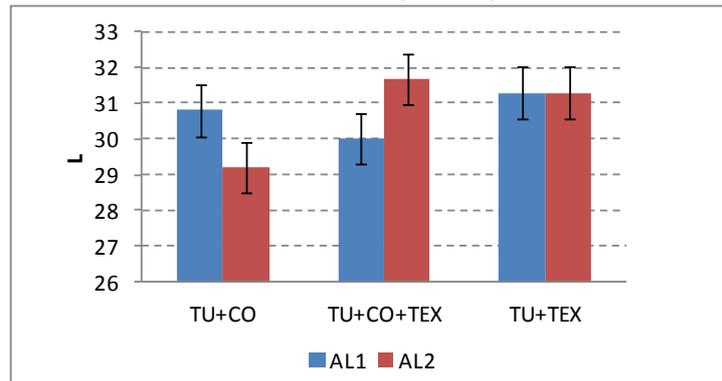
ANOVA	Porcentaje de la suma de cuadrados			
Parámetros (grados de libertad)				
Factor				
Sustrato(S) (2)	32,01*	32,31*	25,94*	5,22 <sup>n.s.</sup>
L (1)	22,25*	21,21*	24,97*	1,00 <sup>n.s.</sup>
Q (1)	9,80 <sup>n.s.</sup>	11,12 <sup>n.s.</sup>	1,02 <sup>n.s.</sup>	3,12 <sup>n.s.</sup>
Abono (A) (1)	0,86 <sup>n.s.</sup>	1,01 <sup>n.s.</sup>	0,02 <sup>n.s.</sup>	37,90*
<b>Interacción</b>				
S x A (2)	26,17 <sup>n.s.</sup>	22,89 <sup>n.s.</sup>	37,84*	0,85 <sup>n.s.</sup>
Residual (12)	40,96	43,79	36,20	56,03
Desviación estándar <sup>+</sup>	0,47	0,67	0,80	0,02

TU+CO (0% TEX): turba rubia + fibra de coco; TU+CO+TEX (15% TEX): turba rubia + fibra de coco + textil; TU+TEX (30% TEX): turba rubia + textil.

AL1: abono de liberación lenta Osmocote Bloom (12-7-18 % NPK); AL2: abono de liberación lenta Osmocote Bloom + Osmocote Exact (15-9-9% NPK)

\*\* y \* indican efectos e.s. con una  $p < 0,01$  y  $p < 0,05$ , respectivamente, y n.s. indica que no existe una influencia e.s. Letras diferentes indican diferencias e.s. según el test LSD ( $p < 0,05$ ).

<sup>+</sup> La desviación estándar esta expresada como la raíz cuadrada del cuadrado medio del residual

**Figura 3.9:** Estudio de la interacción doble "S x A" para el parámetro L del color.

AL1: abono de liberación lenta Osmocote Bloom (12-7-18 % NPK); AL2: abono de liberación lenta Osmocote Bloom + Osmocote Exact (15-9-9% NPK). Las barras verticales corresponden al valor del intervalo LSD ( $p < 0,05$ ).

### **3.3. Discusión de los resultados**

Los resultados obtenidos en el experimento 1, mostraron que la mezcla de sustratos de turba y fibra de coco (TU+CO) preparado con las proporciones de 70% de turba rubia y 30% de fibra de coco, resultó un sustrato eficiente para el cultivo de *Pelargonium zonale* (L.) y *Osteospermum ecklonis* (D.C.), obteniéndose el 100% de plantas comerciales en ambas especies. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos en estudios anteriores realizados en el vivero (Ruiz Guillem, 2011).

En cuanto a los sustratos compuestos a base de textil, se obtuvo un porcentaje de planta comercial del 0%, en *Pelargonium zonale*; mientras que, en *Osteospermum ecklonis*, las plantas cultivadas en el sustrato TEX+PE Cu presentaron un mayor desarrollo, con valores de los parámetros vegetativos estudiados (como el número de hojas, de flores, peso fresco, peso seco y color de las hojas), similares a los obtenidos con la mezcla de sustratos TU+CO, pero con un menor porcentaje de plantas comerciales. Estos resultados coincidieron con los obtenidos en un estudio realizado en lechuga, por Dominguez y Casquero (2011), donde se utilizaron los mismos sustratos compuestos por textil.

La deficiencia de desarrollo en las plantas cultivadas en sustratos a base de textil, podría deberse a la presencia de metales pesados en estos sustratos, a pesar de que sus concentraciones fueron inferiores a los umbrales indicados en el Real Decreto 865/2010, sobre sustratos de cultivo; influyendo, además, la baja capacidad de retención de agua del textil y una mala adaptación de los esquejes al nuevo sustrato, con mal enraizamiento. Otro factor que podría haber influido en el mayor crecimiento de las plantas cultivadas en la mezcla de sustratos TU+CO, podría ser la mayor conductividad eléctrica (CE) (figuras 2.4 y 2.6), en este sustrato en comparación con el valor obtenido en los sustratos a base de textil, por lo que la concentración de elementos nutrientes podría haber sido más elevada en este sustrato.

En lo referente a la influencia de la aplicación de abonos de liberación lenta como fertilización complementaria, se corroboró lo señalado en trabajos anteriores,

donde se demostró que el mejor crecimiento se obtuvo en plantas fertilizadas con abono de liberación lenta, respecto a las plantas sin fertilización adicional (Biermann, 1987; Catanzaro, *et al.*, 1998).

En estos experimentos, las plantas sin fertilización complementaria tuvieron un aporte de nitrógeno de 93 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, mediante el agua de riego, además del N aportado en el sustrato (turba rubia 0,9 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> y fibra de coco 519,61 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>). En trabajos anteriores se determinó, que en el cultivo de *Pelargonium* sp. deberían realizarse aplicaciones mínimas de 100 mg L<sup>-1</sup> y el óptimo estaría comprendido entre 100 y 200 mg L<sup>-1</sup> (Larson, 1980; Ganmore-Neumann y Hagiladi, 1992); por lo tanto, el aporte total de nitrógeno a las plantas de *Pelargonium* cultivadas sin una fertilización complementaria pudo ser insuficiente para el desarrollo del cultivo.

El aporte adicional, como fertilización complementaria, de 2 g de abono de liberación lenta por litro de sustrato en el experimento 1, dio como resultado un mayor desarrollo en todos los parámetros vegetativos estudiados. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Narváez *et al.*, (2013) en un trabajo realizado con *Osteospermum ecklonis*, donde se demostró que la eficiencia de uso del nitrógeno fue mayor, aportando 2,5 g L<sup>-1</sup> que con 5 g L<sup>-1</sup> de abono de liberación lenta. El nitrógeno liberado por dicho abono cubrió los requisitos nutricionales de las plantas, en mejor medida que el nitrógeno aplicado por fertirrigación continua.

En el estudio comparativo de los dos abonos de liberación lenta, realizado con diferentes proporciones de textil, se observó un mayor desarrollo de las plantas cultivadas (valores más elevados de los parámetros vegetativos estudiados, destacando desde el punto de vista comercial el número de flores por planta), con en abono Osmocote Bloom, (12-7-18 % NPK, longevidades de 2-3 meses), que con la mezcla (50-50%) de Osmocote Bloom + Osmocote Exact Standard, (15-9-9 % NP, longevidades de 5-6 meses). Estos resultados volvieron a confirmar la mayor eficiencia en el uso del nitrógeno, cuando se emplean dosis de abono de 2 g L<sup>-1</sup> de sustrato (Narvaez, *et al.*, 2013). El menor efecto sobre el desarrollo de las plantas del abono con mayor longevidad, en relación con el N, podría deberse a que el ciclo de cultivo de las

especies estudiadas es, relativamente, corto (78 y 76 días, para *Pelargonium zonale* y *Osteospermum ecklonis*, respectivamente).

Además en este experimento se observó, que a menor proporción de textil y mayor contenido en fibra de coco en los sustratos a base de turba rubia, mayor fue el desarrollo de las plantas. Se pudo constatar un efecto lineal negativo de la proporción de textil en el sustrato sobre los principales parámetros estudiados, especialmente en la materia seca acumulada por planta, donde, además se detectaron, en algunos controles, efectos cuadráticos significativos en el mismo sentido. Estos sustratos se caracterizaron por tener valores más elevados de la CE (figura 2.8), alcanzándose valores de CE comprendidos entre 1,3 y 2,8 dS cm<sup>-1</sup>, que son valores recomendados por Sonneveld (2002) para una solución nutritiva en la zona radicular de la planta en cultivos hidropónicos. En este caso una mayor CE podría estar asociada a una mayor concentración de elementos nutrientes en la solución del suelo, lo que se traduce en un mayor rendimiento, coincidiendo con los resultados obtenidos por Acosta-Durán, *et al.*, (2007) en los que se observó, que la CE era la propiedad química que mayor influencia tuvo en la producción de biomasa de la planta, de forma que a mayor conductividad eléctrica, mayor biomasa. Dada la correlación existente entre la materia seca acumulada y el número de flores por planta, obtenida a partir de los datos de nuestros experimentos, podría resultar determinante ajustar adecuadamente los valores de la CE en estas especies para obtener una mayor calidad comercial.

#### 4. CONCLUSIONES

- La mezcla de sustratos de turba y fibra de coco (TU+CO) resultó el sustrato más eficiente para el cultivo de *Pelargonium zonale* y *Osteospermum ecklonis*.
- Los productos derivados de la industria de reciclado de neumáticos como sustrato, no resultaron eficientes para el cultivo de *Pelargonium zonale* y *Osteospermum ecklonis*, obteniéndose un 0% de plantas comerciales.
- Las plantas fertilizadas, de manera complementaria, con abono de liberación lenta, presentaron valores más elevados de los parámetros de crecimiento en las plantas de *Pelargonium zonale* y *Osteospermum ecklonis*, y una mayor calidad comercial.
- Las plantas cultivadas con el abono de liberación lenta, con longevidades de 2-3 meses (12-7-18 %, NPK), obtuvieron un mejor desarrollo vegetativo que las plantas cultivadas con la mezcla de un abono de liberación lenta de una longevidad de 2-3 meses y otro de 5-6 meses (12-7-18 % + 15-9-9 %, NPK).
- A menor proporción de textil y mayor contenido en fibra de coco en los sustratos a base de turba rubia, mayor fue el desarrollo de las planta, presentando valores de CE más elevados.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

**Abad, M. y Noguera, P., 1998.** Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. *En: Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales.* Cadahía C. (Coord.) Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, p 287-342.

**Abad, M., Noguera, P., Noguera, V., Roig, A., Cegarra, J. y Paredes, C., 1997.** Reciclado de residuos orgánicos y su aprovechamiento como sustratos de cultivo. *Actas de Horticultura*, 19:92-109.

**Abad, M., Noguera, P. y Burés, S., 2000.** Inventario de sustratos y materiales adecuados para ser utilizados como sustratos o componentes de sustratos en España. *Actas de Horticultura* 32: 361 – 362.

**Abad, M., Noguera, P. y Carrión, C., 2004.** Los sustratos en los cultivos sin suelo. *En: Tratado de cultivos sin suelo.* Urrestarazu M. (Coord.). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, p 113-158.

**Acosta-Durán, C. M., Acosta-Peñaloza, D., Andrade-Rodríguez, M., Alia-Tejagal, I., Nava Gómez, L.M. y Villegas-Torres, O.G., 2007.** Efecto de las Características Químicas del Sustrato en la Producción de *Pelargonium* sp en Contenedor. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Cuernavaca, Morelos, México. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 51:294-297. *Ornamental/Ornamentales-October 2007.*

**Alonso Gómez, M.M., 2002.** Biotecnología aplicada a mejora de *Pelargonium*. Memoria presentada para optar al grado de doctor. ISBN: 84-669-1673-3. Madrid.

**Ballester-Olmos y Anguís, J.F., 1994.** Abonos nitrogenados de liberación lenta. Hojas divulgadoras núm 3/94 HD Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

**Ballester-Olmos y Anguís, J.F., 2009.** Especies ornamentales de los Jardines del Real de Valencia. Tomo II. Departamento de Producción Vegetal. Escuela Técnica del Medio Rural y Enología. Universidad Politécnica de Valencia. Editorial UPV. Ref: 2009.4098.

**Benson, R.B., 1997.** Fertilizer Technology. p. 5-9 in Proc. of Symposium on Forest Seedling Nutrition from the Nursery to the Field, OSU College of Forestry, October 28-29, Corvallis, OR.

**Biermann, W., 1978.** Slow release fertilizers for pelargoniums. 78, 27, 624-644.  
<http://www.cabdirect.org/abstracts/19780368041.html>

**Calvo Vergés, I., 2001.** Geranio. En: La Horticultura Española. Ed. Nuez F, Llacer G. SECH, Madrid. pp.422-423.

**Catanzaro, C., Williams, K., and Sauvea, R., 1998.** Slow release versus water soluble fertilization affects nutrient leaching and growth of potted chrysanthemum. Journal of Plant Nutrition Volume 21, Issue 5. DOI:10.1080/01904169809365461

**Coll, M., 2005.** Tipos de sustratos en viveros. Horticultura, vol. extra, p. 74-75.

**Domínguez Marcos, C., Casquero, P., 2011.** Evaluación de sustratos elaborados con residuos de neumáticos y cables en el cultivo de lechuga. Universidad de León.

**FEPEX,** Federación Española de Asociaciones de Productores y Exportadores de Frutas, Hortalizas, Flores y Plantas vivas. Exportación /Importación Española de Flores y Plantas Vivas [en línea]. [Consulta 29/10/2013]. Disponible en web:  
<http://www.fepex.es/datos-del-sector/exportacion-importacion-espa%C3%B1ola-flores-plantas>

**Ganmore-Neumann, R., and Hagiladi, A., 1992.** Plant Growth and Cutting Production of Container-grown Pelargonium Stock Plants as Affected by N Concentration and N Form. Journal of the American Society for Horticultural Science. JASHS March 1992 vol. 117no. 2 234-238

**Jiménez Gómez, S., 1992.** Fertilizantes de liberación lenta. Tipos, evaluación y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

**Jiménez Mejías, R., Caballero Ruano, M., 1990.** El cultivo industrial de plantas en maceta. Ediciones de horticultura SL, Reus.

**Larson, R.A., 1980.** Introduction to floriculture. Department of Horticultural Science North Carolina State University. Academic Press. A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich, publishers.

**Lopez-Cuadrado, M.C., Ruiz-Fernández, J., Masaguer, A., 2006.** Producción de planta ornamental en contenedor con sustratos alternativos a la turba: Ensayos de la Comunidad de Madrid. Instituto madrileño de investigación y desarrollo rural, agrario y alimentario. Comunidad de Madrid. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica.

**MAGRAMA** (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). Anuario de Estadística.<[http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2011/AE\\_2011\\_13.pdf](http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2011/AE_2011_13.pdf)>. Accedido el 23 de octubre de 2013.

**Motos Ramos, J., 2004.** El sector de la planta ornamental en la Península Ibérica. II Jornadas Ibéricas de Plantas Ornamentales. Revista Horticultura Internacional. p 62-66.

**Narváez, L., Cáceres, R. and Marfà, O., 2013.** Effect of different fertilization strategies on nitrogen balance in an outdoor potted crop of *Osteospermum ecklonis* (DC.) Norl. 'Purple Red' under Mediterranean climate conditions. Spanish Journal of Agricultural Research 2013 11(3): 833-841. ISSN: 1695-971-X. eISSN: 2171-9292. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Available online at [www.inia.es/sjar](http://www.inia.es/sjar) <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2013113-3764>

**Nowak, J., Maloupa, E., Gerasopoulos, D., 2001.** The effect of phosphorus nutrition on growth, flowering and leaf nutrient concentrations of *Osteospermum*. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium, Acta Horticulturae, 548, 557-560, 6 ref. <http://www.cabdirect.org/abstracts/20013131640.html>

**Osteospermum.com.** The word's nº1 *Osteospermum* resource [en línea]. [Consulta: 22/10/13]. Disponible en web: <http://www.osteospermum.com/>.

**Projar S.A.** Abonos y mojanter. [en línea]. [Consulta: 28/10/13]. Disponible en web: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/52/709/52709.pdf>

**Ramos, G., Alguacil, F.J., y López, F.A. 2011.** Reciclado de neumáticos fuera de uso. Revisión tecnológica. Revista de metalurgia (Madrid).

**Real Decreto 1619/2005**, de 30 de diciembre (Boletín Oficial del Estado número 2 de 3 de enero de 2006), por el que se adoptan medidas de protección contra la introducción y difusión en el territorio nacional y de la Comunidad Europea de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales.

**Real decreto 865/2010**, de 2 de julio (Boletín Oficial del Estado número 170 de 14 de julio de 2010), sobre sustratos de cultivo.

**Ruiz Guillem, C., 2011.** Estudio del crecimiento de dos especies vegetales (*Epipremnum aureum* y *Euphorbia pulcherrima*) en diferentes mezclas de sustratos. Trabajo final de carrera, Universidad Politécnica de Valencia.

**Salas, M.C., Urrestarazu, M., Moreno, J., y Elorrieta, M.A. 2000.** Sustrato alternativo para cultivo sin suelo. Phytoma 123: 52 – 55.

**Silva, M.S., Bahcevandziev, K., 2001.** Estudo comparativo do desenvolvimento do Pelargonium e do Schizanthus em quatro diferentes sustratos. Escola Superior Agraria de Coimbra, Instituto Politécnico de Coimbra, 3040-316 Coimbra, Portugal. Actas de Horticultura 31, Cáceres, mayo 2001.

**Sonneveld, C. 2002.** Composition of Nutrient Solution. Ed. Savvas, D. y Passam, H.: Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Embryo Publications. Atenas.

**Verdonck, O. 1983.** Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. Acta horticulturae 150: 467 – 473.

**Vivergal planteles S.L. 2012.** Guía de cultivo de *Pelargonium*.

**Zimmerman, C., 1998.** Geraniaceae. Geranium. Disponible:  
<http://biology.nwc.whecn.edu/biology/bot2100/>.

**ANEJO**

**ANEJO FOTOGRÁFICO**



**Fotografía 1.** *Pelargonium zonale*



**Fotografía 2.** *Osteospermum ecklonis*



**Fotografía 3.** Distribución *Pelargonium* en el invernadero



**Fotografía 4.** Distribución *Osteospermum* en el invernadero



**Fotografía 5.** Raíces *Pelargonium* en TU+CO



**Fotografía 6.** Raíces *Pelargonium* en TEX



**Fotografía 7.** *Pelargonium* en TEX a final del ciclo de cultivo



**Fotografía 8.** *Osteospermum* en TEX a final del ciclo de cultivo



**Fotografía 9.** Comparativa de las raíces de *Osteospermum ecklonis* cultivadas en TU+CO (izquierda) y en TEX con y sin abono de liberación lenta (derecha)