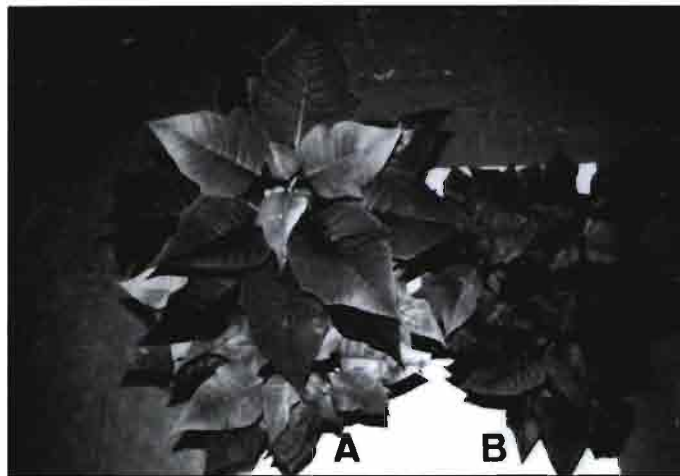


# Problemas con algunas tuberías de PVC.

*La toxicidad de los plastificantes tipo ftalato en los tubos de PVC del sistema de riego perjudiciales en plantas de clavel y poinsettia.*

Fotografía de plantas de Poinsettia después de 69 días de cultivos en las condiciones del experimento, donde se pueden observar las diferencias en crecimiento y malformaciones de las hojas. A. plantas sometidas a riego control y B. plantas sometidas al riego tema de estudio.



**Cuadro 1:**  
**Resultados del crecimiento**

Riego control altura final (cm)	Riego problema altura final (cm)
40	28
55	31
41	31
43	37
39	25
44	30
47	29
38	22
mediana $\pm$ SEM *43.4 $\pm$ 1.9 (error standard media)	29.1 $\pm$ 1.6

Datos de crecimiento de plantas de Poinsettia cv. Angelica en cámara de condiciones controladas (fotoperíodo de 12 horas,  $24 \pm 3$  °C y  $370 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Período de crecimiento 15/2 al 24/4/92). Las diferencias son altamente significativas ( $P=0.001$ ) en el ANOVA (Análisis de la varianza).

**M<sup>A</sup> ISABEL TRILLAS**

Dr. Biología y profesor  
Fisiología Vegetal.  
Departamento de Biología  
Vegetal Facultad de Biología.  
Universidad de Barcelona.

**ALICIA PUEYO**

Muchos elementos hechos de plástico flexible se utilizan ampliamente en agricultura: invernaderos, mangueras, sistemas de riego e incluso macetas que contienen como plastificante el dibutil ftalato (DBP). La utilización de los esteres alquil del ácido ftálico está ampliamente difundida en la industria, principalmente como plastificantes del PVC (cloruro de polivinilo), donde incorporado en cantidades de hasta el 50% en peso, producen flexibilidad al debilitar los enlaces polímero-polímero. El DBP es el ftalato con menor peso molecular utilizado como plastificante y por tanto el más volátil (1). Como resultado de este uso tan extendido, los ftalatos se encuentran ampliamente distribuidos en los ambientes naturales, aire y aguas residuales municipales (2). Su concentración declina muy lentamente por biodegradación y actualmente hay una gran preocupación por sus posibles efectos contaminantes en los ecosistemas naturales, siendo la producción mundial de ftalatos de más de dos millones de toneladas por año (1, 2, 3). Los ftalatos son relativamente poco tóxicos a los organismos acuáticos aunque prolongadas exposiciones a bajas concentraciones pueden afectar la densidad de individuos y el número

de especies (4).

En algunos invernaderos de Inglaterra, Escandinavia, Japón y Alemania se observaron problemas con el crecimiento de algunos cultivos que actualmente se ha demostrado pueden atribuirse a contaminaciones producidas por el ftalato (1, 4). La severidad de los síntomas varía entre especies de plantas y también entre genotipos distintos. Por ejemplo hay estudios sobre coles *Brassica oleracea* donde cv. Derby Day es particularmente sensible. En esta variedad se observan síntomas visibles entre 141 y 360 pg/litro, lo primero que se observa es la pérdida de color verde, tomando una coloración amarillenta que se inicia en los márgenes de los cotiledones y se expande por las hojas que se vuelven luego blanquecinas y necróticas; el crecimiento queda fuertemente restringido y en muchos casos la planta muere (1). En plantas de maíz *Zea mays* cv. Pioneer 3368, el crecimiento quedó reducido (45% sobre peso fresco y 72% sobre peso seco) en concentraciones de 20.000 ppm de DBP, a concentraciones de 200 ppm se observaron alteraciones y sólo se observó blanqueado en los estudios donde el DBP se aplicó en solución acuosa. El DBP es tóxico, no sólo en fase vapor, sino también en fase acuosa (2). Otros estudios también demuestran la fitotoxicidad del DBP en rábanos *Raphanus sativus* L. y en plantas de tomate (4). Las diferencias que se observan entre especies se cree son debidas a su capacidad de detoxificar DBP o de absorber este compuesto, bien sea del suelo, agua o aire. Los ftalatos se parecen bastante al DDT en su tasa de absorción y almacenamiento (4). Con el fin de estudiar la movilidad y los efectos de los ftalatos sobre las plantas superiores se han desarrollado diversos tipos de cámaras (1, 5).

Ni el dioctil ni el diisodocil ftalato (DOP ni DIDP) producen fitotoxicidad en plantas de rábanos *Raphanus sativus* L. cv. Cherry Belle, sin embargo la toxicidad del DBP y del diisobutil ftalato (DIBP) está bien establecida en las plantas (6, 7). No se sabe exactamente cual es el modo de acción de estos plastificantes, se piensa que pueden actuar como sustancias reguladoras de crecimiento (fitohormonas), también se ha demostrado que interfieren en el siste-

**Cuadro 2:  
Condiciones climáticas**

Día	Radiación solar incidente cal/cm <sup>2</sup> /día	Luz P.A.R. recibida E/m <sup>2</sup> /día	Temperatura en °C / Humedad relativa %		
			Media	Máxima	Mínima
5/6/92	715	54.239	17/58	23/72	11/27
6/6/92	276	22.725	16/83	20/94	13/70
7/6/92	559	42.955	16/74	20/94	12/53
8/6/92	667	51.985	18/63	22/75	14/48
9/6/92	237	19.735	17/81	21/94	14/64
10/6/92	257	21.221	15/81	18/94	12/60
11/6/92	559	42.225	18/61	24/83	14/44
12/6/92	389	16.294	18/73	21/90	15/50
13/6/92	439	33.519	18/72	22/89	14/49
14/6/92	617	46.109	21/68	24/93	17/43
15/6/92	521	40.015	22/62	24/92	18/40

Condiciones climáticas, en cuanto a luz y temperatura registrados en estos campos experimentales durante el 5 y 15 de junio de 1992, duración del experimento IV.

**Cuadro 3:  
Análisis de clorofilas y carotenoides**

Muestra	Clorofila a	Clorofila b	Clorofilas a + b	Carotenoides
Ref.	ug/mg PF	ug/mg PF	ug/mg PF	ug/mg PF
Exp. III:				
Control	2.11	0.60	2.71	0.43
Problema	1.33	0.42	1.76	0.44
Exp. IV:				
Control	0.223	0.056	0.280	0.071
Problema	0.076	0.029, 0.105	0.048	

Resultados de los análisis de clorofilas y carotenoides en hojas adultas de esquejes de Poinsettia en plantas con plastificante DIBP (problema) o sin tratar (controles), experimento III. Análisis de hojas jóvenes de plantas de Poinsettia colocadas sobre tubos de riego problema y plantas control ubicadas en otro extremo del túnel, experimento IV. PF se refiere a peso fresco. Los valores presentados se refieren a tres réplicas sobre una misma muestra.

**No se sabe exactamente cual es el modo de acción de los plastificantes, DOP y IBP. Se piensa que pueden actuar como sustancias reguladoras de crecimiento y se ha demostrado que interfieren en el sistema transporte de electrones en cloroplastos y mitocondrias alterando la biosíntesis de los carotenoides y clorofilas.**

ma transporte de electrones en cloroplastos y mitocondrias; no está bien claro si pueden actuar como desacopladores o como inhibidores (1, 4, 6, 7, 8) y también alteran la biosíntesis de los carotenoides y clorofilas (7). La ultraestructura de cloroplastos y mitocondrias también resultan alterados (9, 10).

El problema de la fitotoxicidad de los plastificantes se ha manifestado en diversos países europeos y en Japón. En Inglaterra se necesita de un "British Standard" para la utilización de plásticos en la agricultura que debe estar apoyado por un bioensayo. También en Alemania se ha introducido un proceso de selección de los plásticos que deben pasar ciertas pruebas antes de que se pueda estampar "safe for use in the glas-

house environment" (válido para su uso en invernaderos) (3). Una acción parecida podría ser adecuada en nuestro país, tanto para la industria de plásticos como para sus consumidores.

El objetivo de este trabajo es manifestar la problemática planteada por algunos horticultores ornamentales, principalmente del área del Maresme (Barcelona) y relacionarlo con otros estudios encontrados en la bibliografía, donde el nexa fatalos y reducción de crecimiento/muerte de plantas está confirmado. El problema surgió en un invernadero de hierro y plástico en donde se había cultivado con anterioridad tanto plantas de poinsettia como de clavel, sin que se observase ninguna anomalía y siendo la única modificación introducida en la instalación un nuevo sistema de riego por goteo. El número total de plantas que resultaron afectadas fue de 20.000 plantas madre de clavel y 16.000 plantas de poinsettia que se encontraban en una superficie de cultivo de 2.00 m<sup>2</sup>. La solución nutritiva llegaba a cada planta a través de 50 cm de tubito de PVC tratado con el plastificante DIBP.

## Materiales y métodos

*Experimento I.-* El primer ensayo se inició el 15 de febrero de 1992 y se hizo en una cámara de condiciones controladas, con un fotoperiodo de 12 horas (luz/oscuridad), una temperatura continua de 24°C y con una luz P.A.R. (Photosynthetic Active Radiation) a nivel de canopy de 370 uE m<sup>2</sup> S<sup>-1</sup>. El tipo de planta utilizado fue esquejes de poinsettia cv. Angelica que crecieron en macetas de 11 cm. de diámetro. El número de réplicas fue de ocho para cada tratamiento. El sustrato donde crecieron las plantas era a base de turba y el riego era con cantidades iguales de un mismo tipo de solución nutritiva completa con pH alrededor de 6,5 y conductividad cerca de 2,0 mS. Se utilizaron dos sistemas de riego, uno control a base de polietileno y el otro era el riego problema, con tubitos de PVC.

La duración del experimento fue algo superior a los dos meses (15/2/92 al 24/4/92).

Los resultados de crecimiento son los que se detallan en el cuadro I. Se observó, en las plantas sometidas al

riego problema, un menor tamaño de las plantas (significativamente inferior) y malformaciones en las hojas (arrugadas) que también presentaban menor tamaño. No se observan los síntomas de amarillamiento y blanqueado que se habían producido en los invernaderos.

Como consecuencia de los resultados obtenidos en el primer experimento se ve que el riego sometido a estudio (problema) tiene una clara incidencia en el crecimiento de las plantas de poinsettia, aunque no aparecen todos los síntomas observados en el invernadero. Por ello se decidió proseguir los ensayos en el túnel de plástico de que se dispone en los campos experimentales de la Universidad de Barcelona, con el supuesto de que los factores ambientales (luz-temperatura) podían ser importantes en el desarrollo de las anomalías observadas.

*Experimento II.-* Este ensayo consistió en someter esquejes de poinsettia y clavel a dos regímenes de riego (control y problema) manteniendo constantes las dosis de abonado y tipo de sustrato. El crecimiento se llevó a cabo en el túnel de plástico y se realizó el experimento durante el mes de mayo de 1992.

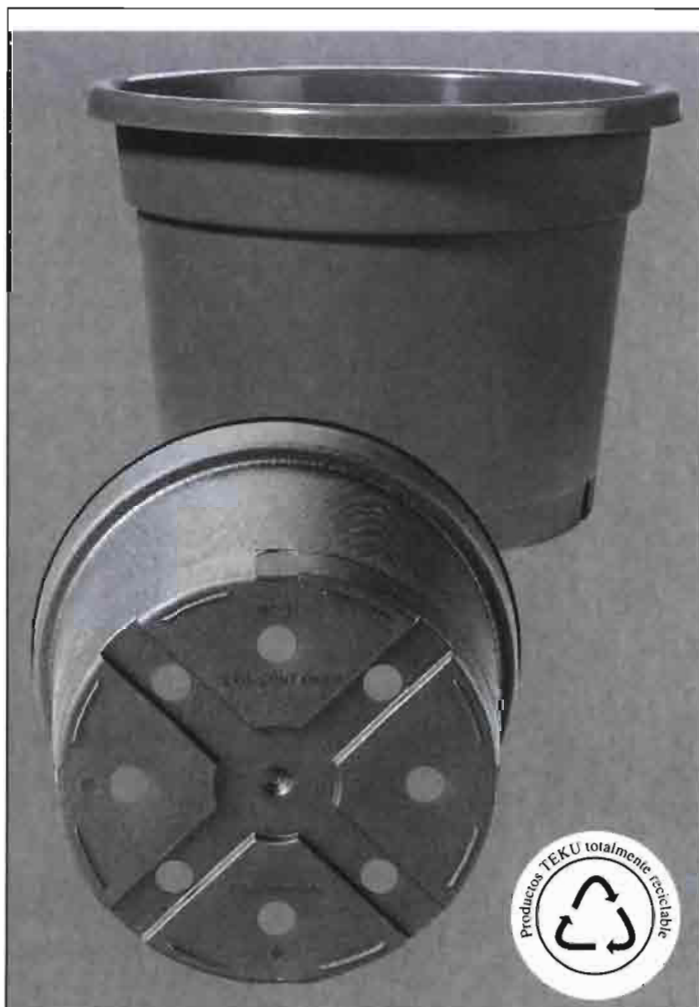
*Experimento III.-* Paralelamente al segundo ensayo se llevó a cabo un tercer experimento que consistió en someter las plantas de poinsettia y clavel a un régimen de abonado constante, sin emplear ningún sistema de riego, pero a la mitad de las plantas de poinsettia y clavel se añadió a la solución nutritiva 15 ppm de DIBP (15 mg/1000 ml de solución nutritiva). El tiempo de aplicación fue de 10 días.

Se decidió la aplicación de DIBP en la dosis de 15 ppm, ya que el Laboratori General d' Assaigs i Investi-

**E**l DIBP es un plastificante fitotóxico cuando se libera del tubito de riego de los cultivos.

gacions de la Generalitat de Catalunya en Bellaterra (Barcelona) llevó a cabo el análisis de los tubitos de PVC del riego problema donde identificaron la presencia de un plastificante tipo ftalato, concretamente el DIBP, en la concentración indicada.

*Experimento IV.-* Este experimento se llevó a cabo en el túnel de los campos de experimentales de la Universidad de Barcelona entre el 5 y el



¿Quiere dar un soporte seguro a sus plantas? Ya le ofrecemos un contenedor extremadamente estable.

„Bajo y amplio“ – tal como requieren los viveros, por ello nosotros de Pöppelmann lo hemos hecho



No sólo son muy estables, sino también bonitos y resistentes a las heladas.

Así son los TEKU-Contenedores Serie BC.

!Preste atención: en nuestra combinación con aberturas laterales este efectivo sistema permite un intenso desagüe y una aireación óptima. ¿Quizás Ud. tendría que examinar nuestro contenedor

BC de cerca?

Manden este cupón y recibirán a vuelta de correos el catálogo general TEKU

Nombre/Empresa

Calle/No.

Cod. postal/ciudad y provincia



**PÖPPELMANN**

Pöppelmann Iberica S.R.L. - C/ta. N-II, Km. 6.39.5  
No. 4647 (Mercat de Flor) - 08340 Vilassar de Mar (Barcelona)  
Teléfono: 93/7.502.634 - Fax: 93/7.502.790

Al lado, fotografía de las plantas de Poinsettia del experimento II. En página siguiente, fotografía de las plantas de Poinsettia después de estar 10 días apoyadas sobre el riego problema con los tubitos de PVC tratados con DIBP.



15 de junio de 1992 y consistió en hacer crecer los esquejes de poinsettia en macetas de 11 cm de diámetro apoyados encima de varios metros de tubos de riego problema enrollados, aplicando el riego con manguera.

Después de un mes de crecimiento de los esquejes en las condiciones señaladas en el experimento II se observó un amarilleamiento y blanqueado progresivo en las hojas de poinsettia, que conducía finalmente a la necrosis y muerte de las plantas.

Estos síntomas eran sumamente coincidentes con los observados en las plantas del experimento III que se trataron con DIBP. Las plantas de clavel tratadas con el plastificante también mostraron cambios de coloración en forma de pequeñas manchas cloróticas, que se iban agrandando hasta que las hojas quedaban blanquecinas y se secaban.

Se hizo un análisis de clorofilas y carotenoides en hojas adultas de plantas de poinsettia tratadas con plastificante (experimento III y en hojas jóvenes de poinsettia del experimento IV, los resultados de los mismos se muestran en el cuadro 3.

Las hojas adultas del experimento III presentan una cantidad de clorofilas y carotenoides unas 10 veces superior que las hojas jóvenes del experimento IV. Como se pudo observar en las hojas del experimento III hay una disminución del 35% del contenido total de clorofilas a+b en las hojas tratadas con el riego problema, la cantidad de clorofila a se ve más afectada (63%) que la cantidad de clorofila b (71%), mientras que el contenido en carotenoides es aproximadamente el mismo en este tipo de hojas en los dos sistemas de riego. En las hojas jóvenes del experimento IV el contenido total de clorofilas (a+b) está fuertemente reducido (62%), siendo la cantidad de clorofila a de nuevo la más afectada, quedando en este caso sólo un 34%. El contenido en carotenoides resulta en este tipo de hojas afectado, estando disminuido en un 32%. El resultado es mucho más drástico en las ho-

### Bibliografía

1.- Hardwick, R.C., Cole, R.A., Fyfield, T.P. 1984. Injury to and death of cabbage (*Brassica oleracea*) seedlings caused by vapours of di butyl phthalate emitted from certain plastics. *Ann. Appl. Biol.* 105:97-105.  
 2.- Shea, P.J., Weber, J.B., Overcash, M.R. 1982. Uptake and phytotoxicity of Di-n-butyl Phtalate in corn (*Zea mays*). *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* 29: 153-158.  
 3.- Cole, R.A., Hardwick, R.C., Fyfield, T.P. 1984. Plastics as a cause of plant damage and death. A review of the role of di butyl phthalate. *Scientific Horticulture* 35:1-10.  
 4.- Tagatz, M.E., Deans, C.H., Moore, J.C., Plaia,

G.R. 1982. Alterations in composition of field- and laboratory-developed estuarine benthic communities exposed to di-n-butyl phthalate. *Aquatic Toxicology* 3:239-248.  
 5.- Lokke, H., Bro-Rasmussen, F. 1981. Studies of mobility of di-isobutyl phthalate (DiBP), Di-n-butyl phthalate (DBP) and di-(2-ethyl hexyl) phthalate (DEHP) by plant foliage treatment in a closed terrestrial simulation chamber. *Chemosphere* 10:1223-1235.  
 6.- Millar, D.J., Hannay, J.W. 1986. Phytotoxicity of Phthalate Plasticisers 1. Diagnosis and commercial implications *Journal of Experimental Botany* 37: 883-897.  
 7.- Millar, D.J., Hannay,

J.W. 1986. Phytotoxicity of Phthalate Plasticisers 2. Site and mode of action *Journal of Experimental Botany* 37: 898-908.  
 8.- Melin, C., Egnus, H. 1983. Effects of di-n-butyl phthalate on growth and photosynthesis in algae and on isolated organelles from higher plants *Physiol. Plant.* 59: 461-466.  
 9.- Virgin, H.I., Holst, A., Mrner, J. 1981. Effect of di-n-butylphthalate on the carotenoid synthesis in green plants. *Physiol. Plant.* 53:158-163.  
 10.- Virgin, H.I. 1988. Accumulation of di-n-butylphthalate in plants and its effect on pigment and protein content *Physiol. Plant.* 72: 190-196.



jas jóvenes del experimento IV.

### Conclusiones

Según los resultados obtenidos hay una fuerte incidencia del riego problema sobre el material vegetal estudiado, que en condiciones suaves de luz y temperatura afectan al crecimiento de la planta provocando una clara disminución del mismo y alterando la morfología de sus hojas. En condiciones más extremas de luz y temperatura el efecto es más grave y ocasiona fuerte clorosis y blanqueado en las hojas y alteraciones en el tejido fotosintético, que en pocos días lleva a la muerte de las plantas. El hecho de que se consigan síntomas muy similares al aplicar el DIBP demuestra la fitotoxicidad del plastificante que se libera del tubito

de riego en las condiciones de crecimiento de estos cultivos.

Estos datos coinciden con los de las referencias bibliográficas encontradas al respecto desde 1980 en países como Inglaterra, Dinamarca, Suecia, Estados Unidos y Japón donde se describe el efecto tóxico de diversos plastificantes, de entre ellos el ftalato de diisobutilo.

Aunque los fabricantes de PVC de Inglaterra y Alemania hayan tomado ciertas medidas para evitar se creen nuevos perjuicios en sus invernaderos, en nuestro país este trabajo está sólo empezando y si no se toman medidas nos iremos encontrando con problemas y pérdidas parecidos a los ya sufridos en otros países con algunos de los muchos artículos de plástico que utilizamos en nuestros in-

**L**os fabricantes de PVC de Inglaterra y Alemania ya han tomado medidas para evitar nuevos perjuicios en los invernaderos. En nuestro país, este trabajo está sólo empezando y si no se toman medidas nos iremos encontrando con problemas y pérdidas parecidos en otros países con algunos artículos de plástico que utilizamos en nuestros invernaderos.

vernaderos. Por tanto, aparecen a nuestro juicio, al menos tres problemas importantes, a) detectar donde están implicados estos compuestos tóxicos, b) la necesidad de una normativa que por medio de bioensayos con plantas sensibles verifiquen su utilización en invernaderos y cámaras de ambiente controlado, y c) la necesidad de encontrar otro plastificante no fitotóxico para el PVC.



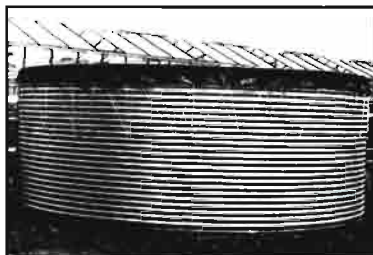
### Agradecimientos:

Los autores agradecen al Servicio de Campos Experimentales de la Universidad de Barcelona, la utilización de sus instalaciones.

### DEPOSITOS DE AGUA AMSTERZONIAN

#### LA MARCA MAS DIFUNDIDA EN ESPAÑA

NOVEDAD, disponemos de depositos de PURIN



- Disponibles en 80 medidas: diámetros de 1,85 m. hasta 25,5 m., alturas de 1,72 m. hasta 4,22 m.

- Capacidades de 4,3 m<sup>3</sup> hasta 1.300 m<sup>3</sup> de agua.

- Tela de cobertura anti-algas.

- Materiales de alta calidad para una mayor duración como hierro galvanizado, folios PVC. Rápida instalación, el depósito se entrega totalmente prefabricado a medida.

- Súmamente económico: sin gastos de excavación ni construcción. Precios a partir de 1,9 pesetas por litro.

- Convencidos de calidad y economía de este depósito, cada vez más clientes españoles ya tienen uno o más instalados.

- Por su gran difusión en España, cerca suyo hay ya alguno instalado.



### AMSTERZONIAN, S.A

Barón de Viver, 66  
08310 ARGENTONA (Barcelona)  
Tel.: (93) 756 00 00\*  
Fax: (93) 756 01 21  
Sucursal técnica en  
Valencia: Tel.: (96) 124 04 90