

EFECTO DEL HIDRÓXIDO DE COBRE SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES ARBÓREAS *Pachyra insignis* y *Andira inermis* EN CONDICIONES DE VIVERO

María E. Arboleda¹, Dámaso Bautista² y Norca Mogollón²²

RESUMEN

Las deformaciones del sistema radical como raíces enrolladas, desviadas o espiraladas son inherentes a la producción convencional de plantas en recipientes y constituyen una problemática en la industria del viverismo comercial de leñosas ornamentales. El uso de compuestos químicos como agentes de poda de raíces es una estrategia que puede emplearse para reducir o eliminar el grado de malformaciones. Con el fin de determinar el efecto del hidróxido de cobre [Cu(OH)₂] sobre el crecimiento aéreo y radical en plantas de castaño, *Pachyra insignis* (Swartz) Savigny y pilón, *Andira inermis* (Wright) DC, se emplearon bolsas plásticas de vivero tratadas con el producto aplicado como cobertura y bolsas no tratadas (testigo). Las plantas se mantuvieron hasta los nueve meses de edad bajo estudio, evaluándose 20 plantas por tratamiento para cada especie en un diseño completamente aleatorizado. Los resultados al final del ensayo mostraron que el Cu(OH)₂ no tuvo ningún efecto sobre la altura de planta, número de nudos, peso seco de la parte aérea, diámetro de raíz y de raíces dentro del sustrato, en ninguna de las especies evaluadas. No obstante, la aplicación del producto redujo significativamente los valores de diámetro de tallo en pilón; relación raíz/parte aérea en castaño, y longitud de raíz principal y peso seco de raíces encontradas en la interfase sustrato-bolsa en ambos tipos de plantas. El Cu(OH)₂ redujo significativamente las malformaciones radicales en plantas de pilón y castaño.

Palabras clave adicionales: Poda de raíces, deformaciones de raíces, plantas ornamentales

ABSTRACT

Effect of cupric hydroxide on root and shoot growth of container grown *Pachyra insignis* and *Andira inermis* under nursery conditions

Circling, matting and kinking roots constitute a problem for the container nursery industry. Studies have demonstrated the usefulness of chemical root pruning with copper hydroxide. The application of copper compounds to inner wall surface of containers prevents root growth at the container-medium space, and may increase root growth after transplanting. The objective of this study was to determine the effect of application of copper hydroxide to the ornamental trees *Pachyra insignis* and *Andira inermis* growing in polyethylene bags. No effect was found on plant height, number of nodes, root diameter, dry weight of shoot, and roots inside the medium in both species. However, there was reduction of trunk diameter in *A. inermis*, while the relation root/shoot decreased in *P. insignis*. Copper hydroxide reduced, in both species, the length of the main root and root dry weight on the interface bag-medium. This product decreased significantly root problems in *A. inermis* and *P. insignis* plants.

Additional key words: Root pruning, circling roots, ornamental trees

INTRODUCCIÓN

La producción de plantas en contenedores puede conllevar a la deformación de raíces por enrollamiento o retorsión. Estas malformaciones constituyen una problemática para la industria de viveros (Arnold, 1992) y han sido asociadas con incrementos en mortalidad, roturas de tronco a nivel del suelo, escaso crecimiento (Harris et al., 1971a) y con la poca estabilidad mecánica y

susceptibilidad a la sequía después que la planta es llevada al sitio definitivo (Burdett, 1978; Nichols y Alm, 1983).

Para corregir esta situación, comúnmente se emplea la poda mecánica de raíces antes del trasplante (Harris et al., 1971a; 1971b). Este procedimiento proporciona un desarrollo radical más compacto que facilita el manejo y permite a las plantas soportar el estrés de esta práctica; no obstante, también puede reducir la tasa

² Recibido: Marzo 14, 2001

Aceptado: Abril 26, 2002

¹ Dpto. de Ciencias Biológicas. Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado".

² Posgrado de Horticultura. Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela

fotosintética, el crecimiento y la supervivencia de las mismas (Geisler y Ferree, 1984a; 1984b; Arnold y Struve, 1989a; 1989b; Arnold y Young, 1991).

Desde hace algún tiempo, el empleo de sustancias como agentes de poda química de raíces ha despertado gran interés comercial (Pellet et al., 1980), sobre todo los compuestos a base de cobre. Algunas experiencias con el carbonato cúprico (CuCO_3) demostraron que las plantas en recipientes tratados presentaban una mejor estabilidad después del trasplante (Burdett y Martín, 1982) y mejoraban la morfología y distribución de las raíces (Arnold y Struve, 1989a; 1989b).

Recientemente la tendencia ha cambiado hacia el empleo de hidróxido de cobre [$\text{Cu}(\text{OH})_2$] aplicado como cobertura a la superficie interna del recipiente (Arnold, 1992; Svenson y Broschat, 1992; Arnold y Struve, 1993), por cuanto esta práctica ha demostrado que contribuye a formar un sistema radical mejor ramificado y más denso en las especies experimentalmente tratadas. En estos casos las raíces tienden a localizarse dentro del medio de crecimiento y no en la periferia del mismo, resultando un sistema radical mejor distribuido que es más eficiente en la utilización de agua y nutrientes (Arnold, 1992; Aldrich y Norcini, 1994; Gordon, 1995; Svenson y Jonhston, 1995, Svenson et al., 1995).

En este ensayo se evaluó la aplicación de hidróxido de cobre a las paredes internas del recipiente sobre el efecto de control de malformaciones radicales y sobre el crecimiento y desarrollo durante la etapa de vivero, en dos especies, el castaño (*Pachyra insignis*) y el pilón (*Andira inermis*), árboles comúnmente empleados para paisajismos en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en las instalaciones del Posgrado de Horticultura de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", estado Lara, Venezuela ($10^\circ 01' \text{ N}$; 510 msnm). Se emplearon semillas frescas de castaño (*Pachyra insignis*) y de pilón (*Andira inermis*) extraídas de frutos maduros. Las plántulas de castaño se trasplantaron a los 20 días después de la siembra, cuando mostraron el

primer par de hojas verdaderas completamente expuestas. Las plántulas de pilón fueron trasplantadas a las 14 semanas, cuando ya estaban completamente formadas las tres primeras hojas verdaderas. Para el trasplante se usaron bolsas plásticas negras de vivero con dimensiones de 40 cm de profundidad por 32 cm de diámetro, llenas de una mezcla de arena lavada de río, cáscara de arroz, aserrín de coco y suelo orgánico en proporción 1:1:1:1, en volumen. Cada especie se manejó como un ensayo de dos tratamientos: con y sin aplicación de hidróxido de cobre $\text{Cu}(\text{OH})_2$. El producto fue aplicado en las bolsas de forma manual como cobertura interna. Los experimentos fueron conducidos bajo un diseño completamente aleatorizado con 20 plantas por tratamiento, donde cada planta fue considerada una repetición.

Después del trasplante, las dos especies se mantuvieron 15 días en el umbráculo; luego, 15 días más a sombra parcial bajo árboles. Posteriormente se colocaron en su lugar definitivo: las plantas de pilón a plena exposición y las de castaño bajo árboles, a sombra aproximada de 60%, hasta el final de la experiencia. Los riegos se efectuaron con frecuencia semanal para las plantas de castaño y cada tres días para las de pilón, tratando de mantener el sustrato en condiciones adecuadas de humedad. La fertilización se realizó mensualmente con una mezcla preparada de 2 g/L de nitrato de amonio, 1 g/L de la fórmula 12-11-18/3 y 0,5 g/L de sulfato de potasio.

Nueve meses después del trasplante se consideró finalizado el ensayo y se procedió a contar el número de nudos y medir la altura de las plantas y el diámetro de los tallos, 2 cm por encima del nivel del sustrato en las plantas de pilón y en el nudo cotiledonar para las de castaño. Las plantas se extrajeron de las bolsas plásticas y fue separada la parte aérea de las raíces cortando a nivel del cuello. Luego se tomó el peso de la parte aérea. Las raíces encontradas fuera del sustrato, entre el mismo y la parte interna de la bolsa plástica, fueron cortadas y procesadas separadamente. Las raíces, dentro y fuera del sustrato, fueron lavadas y secadas en estufa de aire forzado por 3 días a 70° C para determinar su peso seco. En base al peso seco se calculó el índice raíz/parte aérea y porcentaje

de raíces deformes. Los resultados fueron procesados estadísticamente mediante el análisis de varianza utilizando el programa estadístico CoStat, versión 4.21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A excepción del diámetro de tallo en las plantas de pilón, la aplicación de hidróxido de cobre en la superficie interna de los recipientes no tuvo ningún efecto sobre el crecimiento aéreo (altura de la planta, número de nudos y peso seco) en las dos especies estudiadas (Cuadro 1).

Las plantas de pilón tratadas con hidróxido de cobre presentaron un diámetro de tallo ligeramente inferior (14,40 mm) al de las no tratadas (15,18 mm). La respuesta del parámetro diámetro de tallo al tratamiento con cobre parece ser dependiente de la especie. Resultados semejantes fueron obtenidos por Ruter (1994a) al evaluar el efecto del $\text{Cu}(\text{OH})_2$ en el crecimiento de varias especies de árboles ornamentales, quien reportó que el diámetro de una de las especies tratadas fue inferior al de las no tratadas. Estos tipos de respuesta podrían estar relacionadas con la tasa de

crecimiento que presentan los árboles. Aun cuando el castaño y el pilón sean considerados como especies de crecimiento lento, el pilón presenta mayor tasa que el castaño, característica que pudo contribuir para estas diferencias en diámetro.

La longitud de la raíz principal fue afectada significativamente en plantas de pilón y castaño por efecto del tratamiento. En ambas especies, la longitud promedio fue menor en las plantas tratadas (Figura 1). En las plantas de pilón esta reducción alcanzó valores de 17,95% y en el castaño fue de 25,54%. Resultados similares fueron encontrados en *Evolvulus glomeratus*, *E. tenuis*, *Lantana camara* y *L. montevidensis* por Svenson y Johnston (1995) quienes con la aplicación de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ a los recipientes lograron reducir significativamente la longitud de raíz de estas especies, como resultado de este compuesto como agente de poda. Cuando el ápice radical entra en contacto con las paredes tratadas del contenedor, el crecimiento y elongación del mismo cesa, induciéndose la formación de raíces laterales secundarias que al tocar las paredes internas del recipiente también vuelven a ser afectadas por el producto (Gordon, 1995).

Cuadro 1. Efecto del hidróxido de cobre sobre el crecimiento aéreo en las plantas de castaño y pilón a los 9 meses del trasplante a bolsas.

| | Aplicación de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ | Altura (cm) | Diámetro (mm) | Número de nudos | PSPA (g) |
|---------------|--|-------------|---------------|-----------------|----------|
| Castaño | Si | 34,50a | 13,15a | 10,25a | 18,85a |
| | No | 33,35a | 13,06a | 9,90a | 15,07a |
| Significancia | | ns | ns | ns | ns |
| Pilón | Si | 48,75a | 14,40b | 40,70a | 28,06a |
| | No | 51,30a | 15,18a | 40,85a | 30,29a |
| Significancia | | ns | ** | ns | ns |

PSPA: Peso seco de la parte aérea

Prueba de F **: significativo al 0,01; ns: no significativo

La aplicación del hidróxido de cobre no tuvo efecto sobre el peso seco de las raíces que se encontraron dentro del sustrato (PsRdS), mientras que si afectó, en ambas especies, el peso seco de las raíces que crecieron en la interfase del sustrato con la bolsa (PsRfS) (Cuadro 2).

El promedio de peso seco de las raíces encontradas fuera del sustrato fue tres veces menor en plantas de castaño tratadas (1,18 g)

que en las no tratadas (3,58 g) y en plantas de pilón, la reducción fue más de cuatro veces su valor pasando de 2,45 a 0,52 g. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Svenson y Broschat (1992) al tratar con hidróxido de cobre a *Swietenia mahagoni* y *Carpentaria acuminata*. Ellos observaron que en ambas especies hubo una disminución del peso seco de raíces enrolladas alrededor del volumen del sustrato o en la periferia entre éste y el recipiente.

Cuanto más raíces se formaron en las plantas sin tratar, más se deformaron, originándose diferencias significativas en ambas especies. Las raíces que llegaron al fondo de la bolsa, en la interfase entre esta y el sustrato, adoptaron un patrón de crecimiento retorcido, espiralado o en círculos, lo cual originó un sistema radical malformado. Los ápices de las raíces de plantas sin poda química fueron numerosos y de color blanco, mientras que en las tratadas con poda química fueron de color oscuro, entre marrón y negro, y ligeramente engrosados o abultados. Características semejantes a estas han sido reportadas en numerosas especies ornamentales leñosas y no leñosas (Arnold y Struve, 1989a; 1989b; Arnold, 1992; Aldrich y Norcini, 1994; Ruter, 1994b; Svenson y Johnston, 1995) como una sintomatología de leve toxicidad por efecto del cobre (Arnold y Struve, 1989a; 1989b).

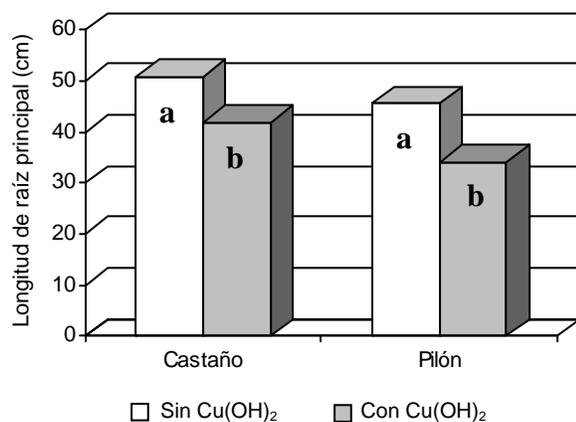


Figura 1. Efecto de la poda química de raíces con $\text{Cu}(\text{OH})_2$ sobre la longitud de raíz principal de plantas de castaño y pilón. Barras con letras distintas en cada histograma son significativamente diferentes a un nivel de probabilidad de 0,05 para el castaño y 0,01 para el pilón, según prueba de F.

A diferencia de lo reportado por Ruter (1994b), las raíces encontradas en la periferia lateral de la masa de raíces entre el sustrato y la bolsa fueron muy escasas y no presentaron malformaciones. Las raíces que presentaron este tipo de crecimiento fueron encontradas en el fondo de la bolsa, en la parte basal de la interfase sustrato recipiente. En ambas especies, el

$\text{Cu}(\text{OH})_2$ produjo una reducción del peso seco de raíces encontradas en la periferia del volumen del sustrato (Cuadro 2).

Todas las raíces que se encontraron en la interfase entre el sustrato y el recipiente en el fondo del contenedor, con apariencia retorcida, enrollada o espiralada, se consideraron raíces deformes. El hidróxido de cobre produjo una disminución marcada de la cantidad de raíces malformadas. En castaño sin poda química el porcentaje de raíces deformes fue de 22,10% y se redujo más del doble cuando las bolsas fueron tratadas con hidróxido de cobre. En pilón esta disminución fue de más cuatro veces pues de 7,80% en plantas sin poda radical, con tratamiento de poda se obtuvo 1,76% de raíces deformes. Respuestas similares a esta han sido reportadas en otras ornamentales leñosas, en las cuales la aplicación de hidróxido de cobre redujo significativamente el porcentaje de raíces deformes (Arnold, 1992; Svenson y Johnston, 1994; Svenson et al., 1995).

La relación existente entre el peso seco total de raíces y el peso seco de la parte aérea fue afectada significativamente por la aplicación del producto en las plantas castaño pero no en las de pilón, siendo menor en las plantas con poda de raíces que en las no podadas (Cuadro 2).

Es posible que la diferencia entre ambas especies sea debida a las características del sistema radical de las plantas en estudio. El sistema radical del castaño es menos denso, con pocas raíces secundarias y ramificaciones presentes a mayor profundidad, a diferencia de las plantas de pilón, pero con una raíz pivotante muy marcada, de crecimiento rápido y vigoroso, que alcanza el fondo de la bolsa rápidamente. Esto aumentaría la posibilidad de afectar el crecimiento de la raíz por la aplicación del producto. Así, el equilibrio raíz/parte aérea se alteraría, disminuyendo su valor. Arnold y Struve (1989a) y Gilman y Beeson (1995), reportaron resultados similares.

Estos resultados indican que el hidróxido de cobre fue efectivo para controlar las deformaciones radicales en plantas de castaño y pilón cuando permanecen confinados en recipientes. El control se hizo efectivo en el fondo del contenedor. Si se considera el porcentaje de raíces enrolladas como un

indicador del grado de deformación del sistema radical, tal como lo sugirieron Svenson y Broschat (1992), el castaño parece ser más propenso a estas anomalías que el pilón. El

hábito natural de crecimiento del sistema radical de una especie, puede ser determinante del grado de control de deformidad del mismo, que se pueda obtener con el empleo de $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Cuadro 2. Efecto del hidróxido de cobre sobre el crecimiento radical en las plantas de castaño y pilón a los 9 meses del trasplante a bolsas.

| | Aplicación $\text{Cu}(\text{OH})_2$ | Diámetro (mm) | PsRdS (g) | PsRfS (g) | RfS (%) | PsRT/PsPA |
|---------------|--|------------------|--------------|--------------|------------|-----------|
| Castaño | Si | 15,59 a | 12,78 a | 1,18 b | 8,45 b | 0,83 |
| | No | 14,95 a | 12,62 a | 3,58 a | 22,10 a | 1,07 |
| Significancia | | ns | ns | *** | *** | ** |
| Pilón | Si | 14,61 a | 28,97 a | 0,52 b | 1,76 b | 1,05 |
| | No | 15,11 a | 28,98 a | 2,45 a | 7,80 a | 1,14 |
| Significancia | | ns | ns | *** | ** | ns |

PsRdS: peso seco de raíces dentro del sustrato; PsRfS: peso seco de raíces fuera del sustrato; RfS: Raíces fuera del sustrato.

Prueba de F ***significativo al 0,001; **significativo al 0,01; ns: no significativo

CONCLUSIONES

La poda química con hidróxido de cobre fue altamente efectiva para controlar malformaciones radicales en especies que permanecen confinadas en recipientes, siendo el efecto más acentuado en plantas de pilón que en castaño.

El hidróxido de cobre no produjo efectos negativos sobre el crecimiento aéreo de ambas especies.

AGRADECIMIENTO

A la empresa Griffin Chemical Co. en Valdosta, Georgia, U.S.A., por el aporte del hidróxido de cobre utilizado en este ensayo.

LITERATURA CITADA

1. Aldrich, J. H. y J. Norcini. 1994. Copper hydroxide-treated pots improve the root systems of Bougainvillea cuttings. Proc. Fla. State Hort. Soc. 107:215-217.
2. Arnold, M. A. 1992. Timing, acclimation period, and cupric hydroxide concentration alter growth responses of the Ohio production system. J. Environ. Hort. 10(2): 114-117.
3. Arnold, M. A. y D. K. Struve. 1989a. Growing green ash and red oak in CuCO_3 treated containers increase root regeneration and shoot growth following transplant. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(3): 402-406.
4. Arnold, M. A. y D. K. Struve. 1989b. Cupric carbonate controls green ash root morphology and root growth. HortScience 24(2): 262-264.
5. Arnold, M. A. y D. K. Struve. 1993. Root distribution and mineral uptake of coarse-rooted trees grown in cupric hydroxide treated containers. HortScience 28(10): 988-992.
6. Arnold, M.A. y E. Young. 1991. CuCO_3 painted containers and root pruning affect apple and green ash root growth and cytokinin levels. HortScience 26: 242-244.
7. Burdett, A. N. 1978. Control of root morphogenesis for improved mechanical stability in container-grown lodgepole pine. Can. J. For. Res. 8:483-488.
8. Burdett, A. N. y P. A. Martin. 1982. Chemical pruning of coniferous seedlings. HortScience 17 (4): 622-624.
9. Geisler, D. y D. C. Ferree. 1984a. Response of plant to root pruning. Hort. Rev. 6:155-188.

10. Geisler, D. y D. C. Ferree. 1984b. The influence of root pruning on water relations, net photosynthesis and growth of young 'Golden Delicious' apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109 (6):827-831.
11. Gilman, E. F. y R. J. Beeson. 1995. Copper hydroxide affects root distribution of *Ilex cassine* in plastic containers. *HortTechnology* 5 (1): 48-49.
12. Gordon, I. 1995. Control of woody root systems using copper compounds. *Comb. Proc. Intl. Plant Prop. Soc.* 45:211-215.
13. Harris, R.; W. B. Davis; N. W. Stice, and D. Long. 1971a. Root pruning improves nursery tree quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96 (1):105-108.
14. Harris, R.; W. B. Davis; N. W. Stice y D. Long. 1971b. Influence of transplanting time in nursery production. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96 (1): 109-110.
15. Nichols, T. J. y A. A. Alm. 1983. Root development of container-reared, nursery-grown, and naturally regenerated pine seedlings. *Can. J. For. Res.* 13 (2): 239-245.
16. Pellet, H., M. Litzaw y L. Mainquist. 1980. Use of metal compounds as root pruning agents. *HortScience* 15:308-309.
17. Ruter, J. 1994a. Growth response of four vigorous-rooted tree species in cupric hydroxide-treated containers. *HortScience* 29(9): 1089.
18. Ruter, J. 1994b. Evaluation of control strategies for reducing rooting-out problems in pot-in-pot production systems. *J. Environ. Hort.* 12 (1):51-54.
19. Svenson, S. y T. K. Broschat. 1992. Copper Hydroxide controls root circling in containers-grown west Indies Mahogany and Carpentaria palm. *Proc. Fla. State Hort. Sci.* 105:219-220.
20. Svenson, S. y D. L. Johnston. 1994. Root and shoot responses of ten foliage species grown in cupric hydroxide treated container. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 107:192-193.
21. Svenson, S. y D. L. Johnston. 1995. Rooting cuttings in cupric hydroxide-treated pots affects root length and number of flowers after transplanting. *HortScience* 30 (2): 247-248.
22. Svenson, S.; D. Johnston y B. Coy. 1995. Shoot and root responses of eight subtropical species grown in cupric hydroxide-treated containers. *HortScience* 30(2): 249-251.