

**Crecimiento de *Acacia retinodes* Schldl. en sustratos a base de aserrín de pino y envases tratados con cobre**

**Growth of *Acacia retinodes* Schldl. in substrates based on sawdust of pine and treated with copper containers**

José Justo Mateo Sánchez<sup>1</sup>, Juan Capulín Grande<sup>2</sup>, María Raimunda Araujo Santana<sup>3</sup>, Alfonso Suárez Islas<sup>4</sup>, Barbarita Mitjans Moreno<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Profesor Investigador. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo, email: [jimate\\_18@yahoo.com.mx](mailto:jimate_18@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Profesor Investigador. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo.

<sup>3</sup> Profesor Investigador. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo.

<sup>4</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo.

<sup>5</sup> CUM Guane. Universidad de Pinar del Rio, Cuba Email: [baby@upr.edu.cu](mailto:baby@upr.edu.cu)

**RESUMEN**

La producción de planta de calidad en viveros forestales implica la selección de sustratos adecuados y poda química de raíces con sustancias aplicadas a la pared del envase para evitar malformación de raíces. *Acacia retinodes* es una especie de rápido crecimiento que presenta frecuentemente problemas de espiralamiento de raíces dentro del envase, reduciendo con ello su supervivencia en campo. En este estudio se evaluaron los efectos de tres sustratos a base de aserrín de pino y la poda química con

bolsas de polietileno tratadas con carbonato de cobre ( $\text{CuCO}_3$ ) al 12%, en el crecimiento en vivero de *A. retinodes*. En los sustratos 1 (67% de aserrín y 33% tierra de monte) y 2 (67% de aserrín y 33% lombricomposta), los parámetros morfológicos: peso seco de tallo, peso seco de raíz, altura de planta y diámetro en la base del tallo fueron superiores a los del sustrato utilizado como testigo. La poda química en bolsas tratadas con carbonato de cobre mejoró la morfología de las raíces de las plántulas. La interacción sustrato-envase tuvo un efecto significativo de la respuesta en los casos tratados con carbonato de cobre, superiores a los de los envases no tratados. El uso de sustratos con base en aserrín de pino y la poda química con bolsas tratadas con carbonato de cobre fueron dos prácticas de cultivo en el vivero que contribuyeron a mejorar la calidad de planta de *A. retinodes*.

**Palabras clave:** aserrín de pino, carbonato de cobre, poda química de raíz, prácticas de cultivo

#### **ABSTRACT**

In forest nurseries production of plant quality involves the selection of suitable substrates and chemical roots pruning with substances applied to the container wall to prevent malformation of roots. *Acacia retinodes* is a species of rapid growth that often presents problems of spiraling roots inside the container, thereby reducing their survival in field. In this study we assessed the effects of three substrates based on sawdust of pine and chemical pruning with polybags treated with copper carbonate ( $\text{CuCO}_3$ ) to 12%, the growth in the nursery of *A. retinodes*. In the substrates 1 (67% sawdust and 33% forest soil) and 2 (67% sawdust and 33% vermicompost) morphological parameters: dry weight of stem, dry weight of roots, overall height and diameter at the base of stem were higher than the substrate used as control. The chemical pruning improved the morphology of the roots of seedlings. The substrate-containers interaction had a significant effect on the response in cases treated with copper carbonate, higher

than those of untreated containers. The use of substrates based on pine sawdust and chemical pruning polybags treated with copper carbonate was two cultural practices in the nursery which helped improve the quality of plant *A. retinodes*.

**Key Words:** pine sawdust, copper carbonate, chemical root pruning, nursery practices

## INTRODUCCIÓN

A nivel regional, estatal y nacional se están empobreciendo los lugares en donde se extrae tierra para vivero, lo cual resulta en una menor productividad, tanto para cultivos y bosque, cuando dicha extracción resulta ser tierra de monte. Se ha estimado que en la República Mexicana se usan aproximadamente 25 millones de metros cúbicos de tierra al año, en los distintos viveros forestales, frutales, ornamentales y hortícolas para la producción de planta en contenedor (Wightman, 2000).

El programa de plantaciones (PRODEPLAN) tiene entre sus metas plantar más de 300 millones de árboles de diferentes especies cada año; de este porcentaje, más del 40% de estas plántulas son producidas bajo el sistema tradicional, usando bolsas de polietileno, como contenedor, y tierra de monte, como medio de crecimiento, (SEMARNAT, 2010), agregando una demanda adicional de tierra de monte.

Desde hace unos veinte años, la investigación sobre sustratos se ha intentado en varias estaciones experimentales y universidades, en la cual se busca examinar sustratos alternativos, y de estos materiales, se destacan los provenientes de los residuos de la madera como la corteza, el aserrín y las virutas (Bragg, 1998, León, 2010; Liu, 2010, Arteaga, 2013;). La utilización de materiales residuales de la industria forestal, en lugares próximos a su obtención, presenta menores costos de transporte y, por tanto, una apreciable disminución del costo del producto final y, por otra parte, su utilización contribuyen a solventar el problema del almacenaje y reutilización de subproductos con

la consiguiente mejora ambiental (Verdonk, *et al.*, 1984; Arrieta *et al.*, 1993; Arteaga *et al.*, 2013). Todos los tipos de aserrín mejoran las características físicas de los medios de crecimiento ya que el tamaño de sus partículas es fácilmente manejable con los componentes del medio, donde se llega a comparar con la turba en sus efectos favorables, tanto por la densidad de la masa, como por la porosidad y aireación de los suelos arenosos y retención de agua de los suelos arcillosos (Mastelerz, 1977; López *et al.*, 2009; Martínez *et al.*, 2012). En Canadá, en la Columbia Británica, la estación de investigación agrícola Saanichtown, ha llevado a cabo, desde hace muchos años, numerosas investigaciones para el desarrollo de un sistema de cultivo en invernadero con medios de cultivo, a base de aserrín, con buenos resultados (Howard, 1991).

Asociado a la producción de planta, el manejo, también, es objeto de evaluación, donde la poda química es la práctica cultural, la cual consiste en la aplicación de sustancias químicas a la pared del contenedor para controlar y mejorar el crecimiento del sistema radical. Esta práctica cultural ha sido exitosamente usada para controlar el desarrollo de la raíz y reducir la malformación de raíces de plántulas en contenedor (McDonald *et al.*, 1984; Arnold y Young, 1991). La poda química ha mejorado exitosamente la morfología y la presentación del sistema radical de muchas especies diferentes (Struve *et al.*, 1994; Arritage y Gross, 1996).

*A. retinodes* se ha visto favorecida en su producción en vivero por la técnica de la poda química ya que, cuando no se extrae del contenedor en el mejor momento, sus raíces tienden a crecer de forma helicoidal reduciendo con ello las expectativas de vida cuando son trasplantadas.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de tres sustratos a base de aserrín en el crecimiento de plántulas de *Acacia retinodes*, comparándolo con el sustrato tradicional compuesto de tierra de monte y arena o tezontle, y la influencia de bolsas de polietileno tratadas con cobre y no tratadas; todo ello bajo condiciones de invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en las instalaciones del vivero de la especialidad forestal del Colegio de Postgraduados, en Montecillos, Estado de México, bajo condiciones de invernadero y consistió de las siguientes etapas:

Preparación del aserrín fresco. El aserrín fresco, proveniente de un aserradero, ubicado en las cercanías de la ciudad de Zacatlán, Estado de Puebla, fue producto del proceso de aserrado de *Pinus patula*. Se sometió a lavado con agua por un tiempo de 1 hora, empleando un volumen de agua equivalente a 3 veces al del aserrín.

Preparación de mezclas. Las mezclas que se prepararon consistieron de 67% de aserrín y 33% de otros sustratos, de acuerdo a la Tabla I

Tabla I. Tipos de mezclas y porcentajes

No. de mezcla	Porcentaje de Aserrín	Porcentaje de otros compuestos	Total
1	67 %	33 % tierra de monte	100%
2	67 %	33 % lombricomposta	100%
3	67%	33 % lama de río	100%
4 (Testigo)	0 %	85 % tierra de monte + 15% de tezontle rojo	100%

Table I. Types of mixtures and percentages.

A todas las mezclas, excepto al testigo (mezcla 4) se les adicionó un fertilizante de liberación lenta (Multicote® 18-9-18 más microelementos) y tiempo de liberación de 9 meses). La dosis utilizada fue de 4 kg/m<sup>3</sup>.

Las semillas de *A. retinodes* fueron facilitadas por el banco de germoplasma del Colegio de Postgraduados. Se aplicó, como tratamiento pregerminativo, inmersión en agua a una temperatura inicial de 60°C, durante un periodo de 24 h. A continuación se colocó arena de río para su germinación.

Tipos de envase. Se utilizaron bolsas de polietileno de 20 cm por 12 cm, de dos tipos: tratadas con Cobre y sin tratar. El ingrediente activo para la bolsa con cobre fue carbonato de Cu ( $\text{CuCO}_3$ ) a 12%, que se incorporó a las paredes de la bolsa al momento de su fabricación. El material fue producido por la empresa Griffin Corporation

Llenado de envases y trasplante. Con las mezclas preparadas, se llenaron 8 bolsas por tratamiento con 4 repeticiones. El trasplante se realizó 15 días después de la germinación; el mismo se hizo tratando de cuidar la uniformidad de la altura de la plántula.

Diseño experimental. Se utilizó un diseño experimental, completamente al azar, con arreglo factorial, donde los factores analizados fueron **A**, envases tratados, no tratados y el factor **B**, las cuatro mezclas de sustratos utilizados.

Medición de variables.

Las variables medidas fueron: peso seco de la raíz, peso seco del tallo, altura y diámetro del cuello de la raíz. Además, se calculó el peso seco total y relación peso seco raíz-tallo; la medición fue hecha 16 semanas después del trasplante.

Análisis estadístico.

Los datos fueron analizados y se utilizó el programa estadístico SAS (System of Analysis Statistic). Se aplicó un análisis de varianza convencional para altura de plántulas, diámetro del cuello del tallo, peso seco del tallo, peso seco de raíz y relación raíz-tallo. Se aplicó una prueba de Tukey para comparar diferencias entre medias de tratamientos.

Granulometría. Se utilizaron 100 g. de cada una de las mezclas con 3 repeticiones. Los tamaños de malla utilizados fueron 6mm, 1mm y 0.25mm., con lo que se determinó los porcentajes del tamaño de partícula de cada una de las cuatro mezclas tratadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla II presenta el análisis de varianza el cual mostró efectos significativos ( $p \leq 0.01$ ) para todas las variables dependientes evaluadas, peso seco de tallo, peso seco de raíz, relación raíz-tallo, altura y diámetro. La interacción, entre los factores envases y mezclas utilizados, fue altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) en todas las variables dependientes evaluadas.

**Tabla II. Análisis de varianza para las variables dependientes en *A.retinodes*, 16 semanas después del trasplante**

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios y Significancia				
		Peso seco tallo	Peso seco raíz	Relación raíz tallo	Altura	Diámetro
Envase (E)	1	95,062**	11.475**	0,507**	949.025**	32.539**
Sustrato (S)	3	773,639**	30.852**	1,636**	25390.540**	328.375**
Interacción (EXS)	3	142,552**	4.593**	0,537**	3237.979**	31.282**
Error	248	892,430	53.497	7,166	25200.764	250.865

\*\*significativa con  $P \leq 0.01$

Table II. Analysis of variance for the dependent variables *A.retinodes*, 16 weeks after transplantation

Las plántulas de *A.retinoidea* ,producidas en los sustratos a base de aserrín, presentaron diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ ) en relación con el testigo (Tabla III). El peso seco de tallo fue 3.5 y 3.8 veces mayor en las mezclas 1(tierra de monte (33 %) + aserrín (67 %) y 2 (Lombricomposta 33 %+ aserrín 67 %, respectivamente, en relación con el testigo, mientras que el peso seco de raíz fue 2,4 superior en las mezclas 1 y 2 que en el testigo. En el sustrato 1(tierra de monte (33 %) + aserrín (67 %) sustrato 2 (Lombricomposta 33 % + aserrín 67 %), la altura fue 50% y 60% respectivamente, más alta que la mezcla testigo. Algo similar sucedió con el diámetro en la base del tallo, donde las plántulas de las mezclas 1 y 2 tuvieron dimensiones mayores de 75% y 85% respectivamente con el testigo)

**Tabla III. Influencia del sustrato en las variables dependientes para *A.retinoidea* después de 16 semanas bajo condiciones protegidas**

Variable sustrato	Peso seco tallo	Peso seco raíz	Peso seco total	Relación raíz:tallo	Altura	Diámetro
Tierra de monte (33 %) + aserrín (67 %)	5.5281a	1.4781 a	7.0063 a	0.2826 bc	63.586 b	6.0042 a
Lombricomposta (33 %) + aserrín (67 %)	5.9469 a	1.4750 a	7.4219 a	0.2582 c	68.422 a	6.3422 a
Lama de río (33%) + aserrín (67 %)	3.5828 b	1.1703 b	4.7531 b	0.3568 b	54.514 c	4.9792 b
tierra de monte 85% + tezontle 15%	1.5734 c	0.6265 c	2.2000 c	0.4637 c	42.273 c	3.4305 c

Table III. Influence of the type of substrate in *A.retinoidea* for variables, after 16 weeks under protected conditions

La relación raíz-tallo del testigo presentó valores mayores a los obtenidos en las mezclas, a base de aserrín, lo cual podría explicarse si se considera que las mezclas de aserrín son un sustrato, que al aplicarle fertilizante de lenta liberación se aproxima a los sustratos utilizados en el sistema tecnificado de producción de planta, donde de acuerdo con Cano (1998), se obtiene planta con mayor altura, mayor diámetro, mayor cantidad de follaje, mayor peso seco total y mayor relación parte aérea-raíz y por lo tanto, menor relación raíz-tallo.

Los resultados anteriores sugieren que bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el experimento, las plántulas correspondientes a las mezclas a base de aserrín presentaron los mayores valores de los parámetros morfológicos, que la mezcla testigo conformada principalmente por tierra de monte.

En lo que concierne al tamaño de partícula, todas las mezclas presentaron diferencias en su granulometría (Tabla IV).

**Tabla IV. Tamaño de partícula en los sustratos empleados en la producción de *A. retinodes***

<b>Variable Sustrato</b>	<b>&gt; 6mm</b>	<b>6mm-1mm</b>	<b>1mm – 0.25mm</b>	<b>&lt;0.25mm</b>
Tierra de monte (33%) + aserrín (67%)	4	31	44	21
Lombricomposta (33%) + aserrín (67%)	7	36	46	11
Tierra de lama (33%) + aserrín (67%)	3	20	29	38
Testigo: tierra de monte 85% + tezontle (15%)	16	19	36	29

Table IV. Particle size of the substrates used in the production of *A. retinodes*

Al comparar el comportamiento de *A. retinodes* en las mezclas a base de aserrín, se presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre ellas, lo cual podría explicarse, al considerar, que un medio de crecimiento de calidad tiene que tener una gran capacidad de aireación y al mismo tiempo agua fácilmente disponible (Bures, 1996; Vence, 2008; Zumkeller et al, 2009). Estas características están íntimamente relacionadas con el tamaño de partículas. Puusjarvi (1974) y Mateo et al, (2011), aseguran que el crecimiento de las plantas en contenedor está relacionado con la distribución del tamaño de partícula.

Caron *et al.*, (2001), encontró que los tamaños de partícula de 2 a 6 mm son los que incrementan la aireación, mientras que las partículas pequeñas (menores a 1mm) están relacionadas con la capacidad de retención de agua. Sin embargo, las partículas menores a 0.1mm tienen poco efecto en la capacidad de retención de agua (Martyr, 1981; Handreck, 1983; Martínez *et al.*, 1993). Lo anterior sugiere que las partículas entre 6mm y 0.1mm son las que proporcionan aireación y agua fácilmente disponible; el equilibrio entre ellas determinará el crecimiento óptimo de la planta (Puusjarvi, 1974).

Los sustratos 1 y 2 tienen la mayor proporción de partículas entre 1 y 6 mm que según Caron *et al.*, (2001), están relacionadas con la aireación. Otro tanto sucede con las partículas de 0.25 a 1mm que mayor influencia tienen en la capacidad de retención de agua. La mezcla 3 tiene una proporción de partículas menores de 0.25 mm que ocupa el lugar de partículas mayores a 1mm que podrían dar un mejor equilibrio en la proporción de partículas.

En lo que concierne al tipo de bolsa de polietileno tratado con  $(\text{CuCO}_3)$ , todas las variables evaluadas fueron superiores a las que no contenían a este elemento (Tabla V).

**Tabla V. Influencia del tipo de envase para las variables dependientes en *A. retinoides*, después de 14 semanas bajo condiciones protegidas**

	<i>Variables</i>					
	Peso seco tallo	Peso seco raíz	Peso seco total	Relación raíz/tallo	Altura	Diámetro
<b>Envase</b>						
<b>Con Cu</b>	4.7672 a	1.3992 a	6.1664 a	0.3849 a	59.124 a	5.5455 a
<b>Sin Cu</b>	3.5484 b	0.9757 b	4.5242 b	0.2958 b	55.273 b	4.8325 b

Table V. Influence of the type of container for variables dependents in *A. retinoides*, after 14 weeks under protected conditions

Esto coincide con lo citado por Struve *et al.*, (1994), quienes afirmaron que la poda química mejora exitosamente la morfología y presentación del sistema radical de muchas y diferentes especies forestales, lo cual repercute en un mayor crecimiento de las plántulas en bolsas tratadas con (CuCO<sub>3</sub>) en el vivero.

El resultado obtenido de bolsas tratadas con (CuCO<sub>3</sub>) al 12% coincidió con Crawford (1998), quien reporta que la poda química, al usar compuestos de Cu, se ha probado en más de 300 especies de plantas. En la mayoría de estas especies, se encontró que la poda química es un control efectivo sin ningún efecto adverso. Los productos de cobre han sido usados exitosamente en la producción, en vivero de muchas especies latifoliadas (Struve *et al.*, 1987; Arnold y Struve, 1989).

Las plántulas de *A. retinoides* producidas en sustratos a base de aserrín (mezcla 1, mezcla 2 y mezcla 3) presentaron un mayor peso seco de tallo, peso seco de raíz, altura y diámetro en la base del tallo, que el de las plántulas que crecieron en la mezcla testigo. Sin embargo, en la relación raíz-tallo, las plántulas que crecieron en la mezcla testigo resultaron superiores en los tratamientos que incluyeron bolsas de polietileno

tratadas con (CuCO<sub>3</sub>), también fueron afectadas significativamente produciendo un mayor peso seco de tallo, peso seco de raíz, altura y diámetro (Tabla V).

Sin embargo, la relación raíz-tallo presentó el mismo comportamiento que en los tratamientos de mezclas de sustrato a base de aserrín. La altura y diámetro de las plántulas producidas en sustratos a base de aserrín mostraron diferencias altamente significativas con respecto a las plántulas producidas en el sustrato testigo (Tabla VI). De igual forma, el peso seco de tallo y raíz presentó la misma tendencia.

**Tabla VI. Valores promedios de las variables dependientes evaluadas en bolsas tratadas y no tratadas con carbonato de cobre**

Sustrato (Su)	Tipo de bolsa	Altura	Diámetro	Peso seco tallo	Peso seco raíz	Peso seco total	Relación raíz-tallo
Tierra de monte	Cobre	66.65	6.06	6.171	1.584	7.781	0.286
	No cobre	60.51	5.84	4.884	1.346	6.231	0.278
Lombricomposta	Cobre	74.90	7.30	7.762	1.918	9.681	0.255
	No cobre	61.93	5.38	4.131	1.031	5.068	0.260
Lama de río	Cobre	58.20	5.16	3.543	1.306	4.850	0.426
	No cobre	50.82	4.78	3.621	1.034	4.656	0.287
Testigo	Cobre	42.87	3.54	1.591	0.762	2.353	0.570
	No cobre	41.67	3.31	1.556	0.490	2.046	0.356

Significancia NS=No Significativo \* =Significante a un nivel P<0.05, \*\*=Significancia a un nivel P<0.01 (cobre=bolsa tratada con cobre, no-cobre=bolsa no tratada).

Table VI. Mean values of the dependent variables evaluated in treated and untreated bags with copper carbonate

El tipo de mezcla del sustrato afectó el peso seco de raíz, sin embargo, la tendencia fue diferente en cada una de las mezclas. El comportamiento del peso seco de la raíz en cada uno de los sustratos, en mezclas a base de aserrín, alcanzó valores altos en comparación con el sustrato testigo (Figura 1). De esta figura se observó que todos los tratamientos en bolsas tratadas con (CuCO<sub>3</sub>) presentaron un mayor peso seco de raíz que en las no tratadas, esta tendencia fue similar en todas las mezclas. El sustrato 2 mostró la mayor diferencia entre envases tratados con cobre y no tratados. Esto sugiere

que la utilización del sustrato compuesto de aserrín, más el envase tratado con cobre, es una combinación que proporcionó buenos resultados para el presente experimento.

**Figura 1. Efecto de la poda química para plántulas de *A. retionodes***

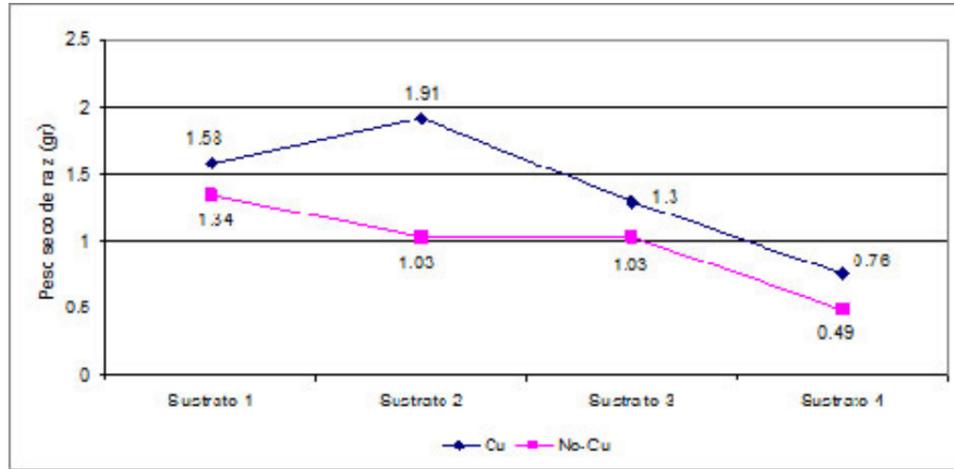
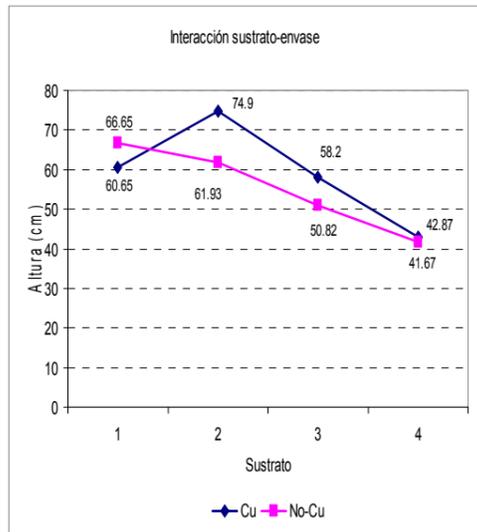


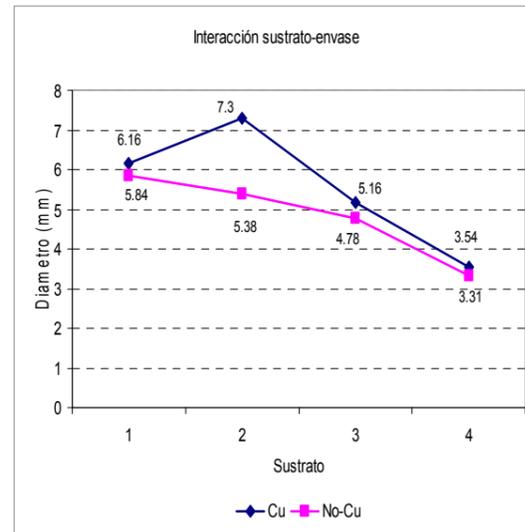
Figure 1. Effect of chemical pruning for seedlings a retionodes

La Figura 2 (A, B, C, D, E y F), muestra un efecto significativo de la interacción tipo de sustrato-envase, observándose una diferencia en la magnitud de respuesta del tipo de envase en cada uno de los sustratos, siendo, en todos los casos, el envase tratado con cobre, superior al envase no tratado.

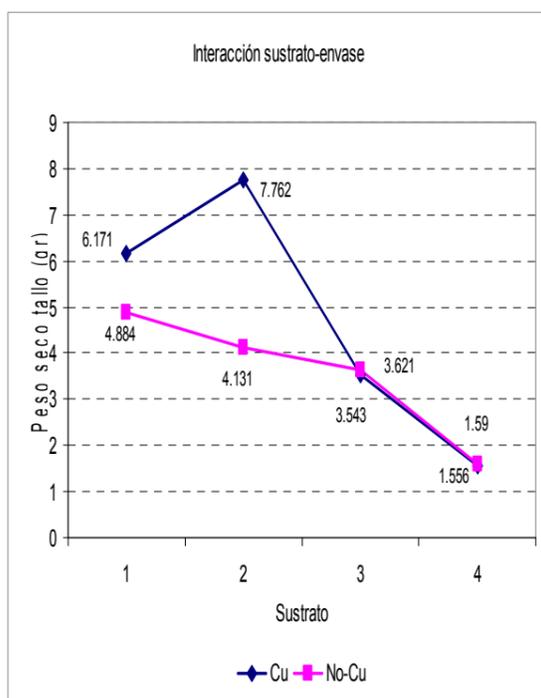
**Figura 2. Interacción del tipo de envase y sustrato en las variables altura (cm), diámetro (mm), peso seco de tallo (gr), peso seco de raíz (gr), peso seco total (gr) y relación raíz-tallo.**



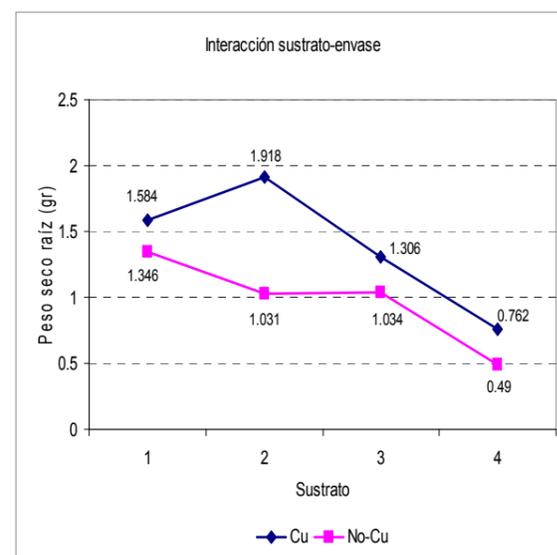
A



B



C



D

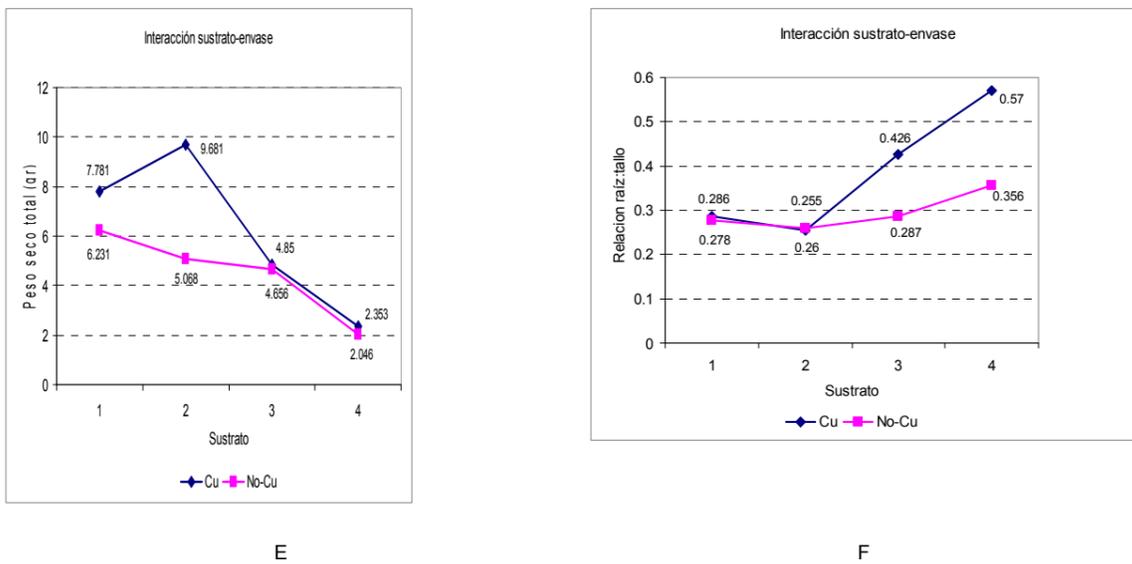


Figure 2. Interaction of the type of packaging and substrate variables height (cm), diameter (mm), stem dry weight (g), root dry weight (g), total dry weight (g) and root-stem ratio.

La diferencia en la magnitud de respuesta fue siempre mayor en el sustrato 1 y 2 y, menor, en los sustratos 3 y 4, lo que reflejó un mayor valor en altura, diámetro, peso seco de tallo, peso seco de raíz y peso seco total.

**CONCLUSIONES**

El uso de aserrín en 67%, mezclado con lombricomposta en 33% y con complemento de cuatro kilogramos de fertilizante de liberación lenta por m<sup>3</sup> de sustrato, produjo mayor peso seco de raíz, peso de parte aérea y biomasa total, además de mayor altura de planta y diámetro de tallo de *Acacia retinodes*.

La aplicación de cobre a los envases propició en *Acacia retinodes* una mayor altura de planta y grosor en el tallo, también un mayor peso de raíz y de tallo, y un incremento en la producción total de biomasa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRITAGE, A.M. Gross, P.M. Copper-Trated plus flats influence root growth and flowering of bedding plants. *Hort Science*, 1996, **31**(6), 941-943.
- ARNOLD, M.A., STRUVE, D.K. Green ash establishment following trasplant. *J. Amer. Sot. Hort. Sci.*, 1989, **114**(4), 591-595.
- ARNOLD, M.A., YOUNG E. Cu CO<sub>3</sub>-Painted containers and root proning affect apple and green ash root growth and eytokinin levels. *Hort Science*, 1991, **26**(3), 242-244.
- ARTEAGA, C., YASIEL. *Termino conversión del aserrín de Acacia mangium Willd en biocarbón para acondicionador de sustratos en la producción de plántulas de Talipariti elatum (Sw.) Fryxell*, Tesis de Doctoral inédita en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, Cuba, 2013.
- ARTEAGA, C.Y. et al. Caracterización del aserrín de *Acacia mangium Willd* para la obtención de biocarbón. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 2013, **8**(2), 90-95.
- ARRIETA, V. et al. Ensayo comparativo de diferentes sustratos para cultivo en contenedor de pelagonium. *Actas de horticultura. V Congreso Iberico de ciencias*, 1993, 1, 1179-1184.
- BRAGG, C.N. The comercial development of a sustainable peat alternative substrate form local y derived industrial by products. *Acta horticulturae*, 1988, 469, 61-67.
- BURES, S. *Sustratos*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa, 1996.
- CANO, P. A. Tamaño y calidad de planta de *Pinus greggii* Engelm., en dos sistemas de producción en vivero. Tesis de Maestría inédita, Colegio de Postgraduados. Montecillo- Texcoco, Edo. de México, 1998.

- CARON, J., MOREL, P., RIVIERE, L.M. Aeration in growing media containing large particle size. *Acta Horticulturae*, 2001, 548, 229-233.
- CRAWFORD, M.A. Multiple uses of spin out in the nursery and landscape. *Comb. Proc. Intl. Plant Prop. Soc.*, 1998, 48, 627-631.
- HANDRECK, K.A. Particle size analysis and the physical properties of growing media for container. *Soil Science Plant Anal*, 1993, 14(3), 209-222.
- HOWARD, M.R. *Hidroponic food production fourth edition*. California. USA: Woodbridge press publishing company, 1991.
- LIU, SH. Woody biomass: Niche position as a source of sustainable renewable chemicals and energy and kinetics of hot-water extraction/hydrolysis. *Biotechnology Advances*, 2010, 28, 563–582. doi:10.1016/j.biotechadv.2010.05.006.
- LEÓN, L. E. *Efecto del sustrato y el manejo del riego en la fase de vivero de Talipariti elatum (Sw.) Fryxell en contenedores. Pinar del Río*. Tesis Doctoral inédita en Ciencias Ecológicas, 2010.
- LÓPEZ, L.M.A. et al. Pine growth and nutrient status as related to pine/alder ratio in mixed stands. *J. Biol. Sci.*, 2009, 9(7), 637-647.
- MATEO, S.J.J. et al. Producción de (*Cedrela odorata* L.), en sustratos a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, México. *Ra Ximhai*, 2011, 7(1), 123-132.
- MARTÍNEZ, L.Y, et al. Perspectivas para la utilización del aserrín en la producción de tableros madera plástico con propiedades ignífugos. *Revista Avance*, 2012 b, 14, 2.
- MARTÍNEZ, F.X. et al. Regresión polinómica para el ajuste de las curvas de liberación de agua y predicción del contenido de agua en sacos de perlita. *Actas de Horticultura*, 1993, 10, 1143-1151.

- MARTYR, F. Development in the uses of gradeo Horticultural perlite. *Acta Horticulturae*, 1981, 126, 143-146.
- MCDONALD, S.E. et al. Modification of ponderosa pine root systems in containers. *J. environ. Hort.*, 1984, 2(1), 1-5.
- MASTELERZ, J. *The green house environment*. Chapter 6. Growing media. New York, USA: John Willey and Sons. 1977.
- POLUNIN, O. *Árboles y arbustos de Europa*. Traducido por: Marglef M.R. Barcelona, España: Ediciones Omega, S.A. 1978.
- PUUSTJARVI, V. Physical properties of peat used in horticulture. *Acta Horticulturae*, 1974, 37, 192-1929.
- SEMARNAT. *Texto guía forestal*. México: Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y pesca, 2010.
- STRUVE, D.K. ARNOLD, A.M., CHINERY, H.D. Red Oak Whip production in containers. *Comb. Proc. Intl. Plant prop. Soc.* 1987, 37, 415-520.
- STRUVE, D.K. et al. 1994. *The copper connection*. *Amer. Nurseryman*, 1994, 52-61.
- VERODONCK, D. et al. The use of tree bark and tabacco waste. In: Gasser, J. K. (Edit). *Compostine of agricultural and other wastes*. Publ. Elsevier. 1984. p.460.
- VENCE, L.B. Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. *Ciencias del Suelo*, 2008, 26, 105-114.
- WIGHTMAN, K.E. *Prácticas adecuadas para los viveros forestales, guía práctica para los viveros comunitarios*. Nairobi, Kenia: Centro internacional para la Investigación en agroforestería. Traducción allende A.N, 2000.

- ZUMKELLER, S.D. et al. Producción de plantas de *Tabebuia heptaphylla* en diferentes sustratos y niveles de irrigación, en condiciones de invernadero. *Bosque*, 2009, **30**(1), 27-35.

**Aceptado:** 20/03/2015