

# Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo  
Sustentable

Ra Ximhai  
Universidad Autónoma Indígena de México  
ISSN: 1665-0441  
México

2011

**PRODUCCIÓN DE (*Cedrela odorata* L.), EN SUSTRATO A BASE DE ASERRÍN  
CRUDO EN SISTEMA TECNIFICADO EN TECPAN DE GALEANA, GUERRERO,  
MÉXICO**

José Justo Mateo-Sánchez; Rigoberto Bonifacio-Vázquez; Sergio Rubén Pérez-Ríos;  
Leopoldo Mohedano-Caballero y Juan Capulín-Grande  
Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol. 7, Número 1  
Universidad Autónoma Indígena de México  
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 123-132.



**e-revist@s**

## PRODUCCIÓN DE (*Cedrela odorata* L.), EN SUSTRATO A BASE DE ASERRÍN CRUDO EN SISTEMA TECNIFICADO EN TECPAN DE GALEANA, GUERRERO, MÉXICO

### *Cedrela odorata* L. PRODUCTION IN A RAW SAWDUST SUBSTRATE IN TECHNICIAN SYSTEM AT TECPAN DE GALEANA, GUERRERO, MÉXICO

José Justo Mateo-Sánchez<sup>1</sup>; Rigoberto Bonifacio-Vázquez<sup>2</sup>; Sergio Rubén Pérez-Ríos<sup>1</sup>; Leopoldo Mohedano-Caballero<sup>1</sup> y Juan Capulín-Grande<sup>1</sup>

Profesor Investigador. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo, Hgo.<sup>1</sup>. Pasante de Ingeniería Forestal. Instituto de Tecnológico Regional de Morelia, Michoacán.<sup>2</sup>

#### RESUMEN

Para producir plantas en vivero de buena calidad se emplean sustratos comerciales (peat moss-agrolita-vermiculita), cuyo costo es muy elevado, lo cual es una limitante para su utilización, pues reduce significativamente los márgenes de utilidad; por lo anterior se necesita buscar sustratos alternativos. El aserrín de pino es un subproducto de la industria forestal barato y disponible en áreas forestales. En los últimos años se ha utilizado como sustrato generando buenos resultados. En el presente trabajo se evaluó el efecto de diferentes mezclas de aserrín de *Pinus sp* sobre el crecimiento de plantas de *Cedrela odorata* L. (Cedro rojo), producidas con el sistema tecnificado en vivero forestal cubierto con malla sombra. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar donde se estudiaron once combinaciones a base de aserrín + la mezcla de peat moss-agrolita-vermiculita en proporciones que variaron desde cero % hasta 100% de aserrín y la mezcla de sustratos comerciales. A los tres meses y medio de edad las plántulas que se desarrollaron en el sustrato con las mezclas empleadas se midieron y calcularon las variables necesarias. El mayor diámetro se consiguió con la mezcla de 70% de aserrín + 30% de la mezcla peat moss-agrolita-vermiculita. El mayor valor en altura se produjo con la mezcla que contenía 80% de aserrín + 20% de la mezcla peat moss-agrolita-vermiculita. El mayor peso seco de follaje correspondió a la mezcla que contenía 90% de aserrín mas 10% de la mezcla peat moss-agrolita-vermiculita. Sin embargo el mayor valor de peso de la raíz y peso seco total correspondió a la mezcla con 60% de aserrín más 40 % de peat moss-agrolita-vermiculita. En cuanto a la relación Altura-Diámetro (Índice de Esbeltez), el mejor valor lo obtuvo la mezcla de 80% de aserrín + 20% de peat moss-agrolita-vermiculita. Finalmente, el Índice de Calidad de Dickson (ICD), que se utiliza para predecir el comportamiento en campo de la planta evaluada. Para el mencionado índice, el mayor valor se obtuvo para la mezcla con 60% de de aserrín y 40% de peat moss-agrolita-vermiculita.

**Palabras clave:** Aserrín de pino, sustratos, fertilización, crecimiento planta.

#### SUMMARY

Nursery high quality plants production by using expensive commercial substrates (peat moss, perlite, vermiculite) decreases profits; this is the main reason to search alternative production substrates. Pine sawdust is a sub product of forestry industry cheap and available in forest areas. In recent years it has been used as a substrate

providing good results. In this study it was evaluated the effect of different sawdust mixtures on *Cedrela odorata* L. plant growth in a technician system in forest nursery under shade cloth covered. A completely randomized experimental design was used with eleven substrate components combinations (sawdust + peat moss-perlite-vermiculite mixtures) ranging from 0% to 100% each. After three and a half months morphological variables were measured so as some quality indexes in seedlings. The largest diameter was obtained by the mixture of 70% sawdust + 30% peat moss mix-vermiculite-perlite. The highest in height by using the mixture 80% sawdust + 20% peat moss - vermiculite - perlite mixture. The highest leaves dry weight corresponded to 90 % sawdust + 10% peat moss-vermiculite-perlite mixture. However the highest root weight and total dry weight values occurred in 60% sawdust + 40% peat moss - perlite - vermiculite mixture. As for the height-diameter ratio (slenderness index), the best value is obtained a mixture of 80% sawdust + 20% peat moss, perlite, vermiculite. According to Dickson Quality Index (DQI), used to predict the plant field surviving, the highest value was obtained for the 60% sawdust + 40% peat moss-perlite-vermiculite mixture.

**Keywords:** Pine sawdust, substrates, fertilizing, plant growth.

#### INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el desarrollo del uso de materiales con características capaces de sustituir al suelo, en la producción de plantas forestales y en especial a la tierra de monte, ha sido muy acelerado, de tal manera que la producción de planta en vivero, a nivel mundial, se hace bajo esquemas de producción donde se utilizaron materiales reciclables y con orientación ecológica (Santiago, 2002).

Un buen sustrato es esencial para la producción de plantas de alta calidad. Dado que el volumen de un contenedor es limitado, el sustrato y sus componentes deben poseer propiedades físicas y químicas que, combinadas con un programa integral de manejo, permitan un crecimiento óptimo (Cabrera, 1999). Para la producción comercial de plantas forestales en México tradicionalmente se emplea como sustrato,

tierra de monte y arena de río en el sistema tradicional, mientras que en el sistema tecnificado se emplean mezclas de turba, agrolita y perlita, que en conjunto representan el mayor costo de producción de planta forestal en vivero y una fuga de divisas para el país al ser la turba un material de importación (Mateo, 2002). El aserrín crudo a mostrado ser un buen sustrato para la producción de planta forestal en vivero y no ha mostrado efectos tóxicos durante este periodo (Martínez, 2005).

En algunas regiones del país existen subproductos de la industria maderera, y otros materiales naturales, que podrían usarse como una alternativa para mejorar los sustratos y sustituir el uso de la tierra de monte y de los sustratos importados, como el peat moss. Dentro de estos componentes alternativos, que actualmente son considerados desperdicios de otras actividades productivas, se encuentran el aserrín y la corteza de pino, los cuales pueden ser combinados con otros materiales y disminuir el uso de la tierra de monte, que ocasiona un gran impacto ambiental (Mateo, 2002).

El aserrín es el desperdicio que resulta del proceso de aserrio y en la mayoría de las industrias madereras constituye un problema por el espacio que ocupa. De acuerdo con información publicada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2005) la producción de plantas forestales en México para el año 2004 fue de 169 884 898 árboles en vivero. Aproximadamente el 50% se realizó bajo el sistema de producción “tradicional” en bolsa de polietileno y utilizando como sustrato principal la tierra de monte. Otro 40% de la producción se hace bajo el sistema tecnificado, donde se utilizan contenedores de poliestireno expandido y plástico rígido, utilizando como sustrato turba, agrolita y vermiculita. El restante 10% se lleva a cabo mediante la técnica de producción a raíz desnuda, utilizando el propio suelo como sustrato.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del experimento

El experimento se instaló en el vivero forestal el Cerrito, que se encuentra ubicado en la población de Tecpan de Galeana, Guerrero, entre las coordenadas 17° 11' 21.54" latitud

norte y 100° 36' 51.08" longitud oeste, a una altitud de 8 msnm.

### Beneficio a la semilla y aserrín

La colecta de semilla de *Cedrela odorata* L. se realizó en el mes de abril del 2010, en un predio particular, en el Municipio de Tecpan de Galeana, estado de Guerrero. Posteriormente se trasladaron en costales al vivero de Tecpan de Galeana para ser puestos al sol por 2 días, hasta que abrieron los frutos y soltaron las semillas, después se limpió la semilla, a través de corrientes de aire se separó la semilla de la basura, quedando en condiciones para ser sembrada.

El aserrín fresco de *Pinus sp.*, se obtuvo de un aserradero ubicado en uno de los barrios de Tecpan de Galeana. Se homogeneizó con una criba de 10 mm de abertura por lo que las partículas de aserrín que se utilizaron para el presente experimento fueron menores a 10 mm; el aserrín no recibió ningún tratamiento de composteo utilizándolo tal como se extrajo del aserradero por lo cual se le denominó aserrín crudo.

### Preparación del sustrato para el crecimiento de las plantas

Se hizo una mezcla de sustratos ocupando Peat moss, agrolita y vermiculita en proporciones de 60:20:20. Las mezclas que se prepararon consistieron de aserrín y la mezcla mencionada anteriormente en proporciones de cero % a 100% con rangos de 10% (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Lista de tratamientos con la combinación de aserrín y la mezcla compuesta por peat moss agrolita y vermiculita.**

No. Tratamiento	de Aserrín	Mezcla de peat moss, agrolita y vermiculita (60:20:20)
1	10%	90%
2	20%	80%
3	30%	70%
4	40%	60%
5	50%	50%
6	60%	40%
7	70%	30%
8	80%	20%
9	90%	10%
10	100%	0%
11	0%	100%

A todas las mezclas se les adicionó un fertilizante comercial de liberación lenta, (Osmocote plus®, 15-9-12 más micro elementos) con un tiempo de liberación de

nueve meses. La dosis utilizada fue de ocho Kg/m<sup>3</sup>. De cada tratamiento se llenaron tres charolas, de 49 cavidades (diámetro de 4 cm, altura de 19.5 cm y una capacidad de 140 cm<sup>3</sup>), dando un total de 33 charolas y 1617 plantas, cada planta fue una unidad experimental.

### Trasplante de plantas

En cada una de las cavidades de las charolas se hizo la siembra directa de *Cedrela odorata* L. a una profundidad de 2 veces el diámetro de la semilla. La cantidad de plantas fue de 147 plantas por tratamiento y 1,617 plantas para el total del experimento. La siembra directa se hizo en la primera semana de abril del 2010.

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con una asignación de tratamientos utilizando tablas de números aleatorios. Las plantas permanecieron en el vivero con malla sombra durante tres meses y medio, aplicándoles riegos diarios en el primer mes. A partir del segundo mes se les aplicó un riego cada tercer día, esto hasta completar el tiempo de permanencia en el vivero.

### Variables evaluadas en las plantas

Concluido el tiempo de crecimiento se evaluaron mediante muestreo tres plantas por charola en cada una de las repeticiones del experimento, seleccionándolas aleatoriamente. Para medir las variables se procedió a desprender las plantas de la cavidad y exponer la parte radical que se encontraba en el sustrato a un chorro con agua de la llave para desprender el sustrato y medirlas. Las variables que se midieron en el mismo día que se sacó el experimento fueron: altura y diámetro en la base del tallo. Para la medición de la altura se utilizó una regla graduada en centímetros y milímetros, para medir el diámetro se utilizó un vernier digital con aproximación a centésimas de mm. A todas las plantas se les colocó en una bolsa de papel con sus datos de identificación.

Posteriormente las plantas fueron llevadas al Laboratorio de Semillas Forestales del Centro de Investigaciones Forestales (CIF), del Instituto de Ciencias Agropecuarias perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en donde a las plantas les fue separada la raíz de la parte aérea y por partes separadas fueron depositadas en bolsas

de papel en una estufa marca Grieve modelo LW-120C a 70°C donde se mantuvieron durante 72 horas. Concluido este tiempo se pesó la parte radical y aérea para obtener el peso seco. Con los datos anteriores se estimaron el índice de esbeltez, la relación parte aérea/raíz y el índice de calidad de Dickson.

El índice de esbeltez se calculó mediante el cociente de la altura en cm entre el diámetro del tallo en mm. La relación parte aérea/raíz se estimó como el cociente entre el peso seco de la parte aérea en gramos y el peso seco de la raíz en gramos.

El índice de calidad de Dickson (ICD) resultó de integrar los valores de biomasa total, el índice de esbeltez y la relación parte aérea/raíz (Dickson *et al.* 1960), donde los valores más altos indicaron plantas de mejor calidad (Thompson, 1985).

$$ICD = \left[ \frac{\text{Peso.seco.total(g)}}{\frac{\text{Altura(cm)}}{\text{Diámetro(mm)}} + \frac{\text{Peso.seco.aéreo(g)}}{\text{Peso.seco.radial(g)}}} \right]$$

### Análisis estadístico

Los datos de las variables respuesta se sometieron a un análisis de varianza tradicional, también se realizó una comparación de medias a través de la prueba de medias de Tukey. Para ello se utilizó el software Statistical Analysis System (SAS, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza obtenido es altamente significativo para la variable, altura (ALT) con un valor de 14.37; Diámetro (DIAM) con un valor de 0.38; Peso seco de la parte aérea (PSPa) con un valor de 0.34; Peso seco de la raíz (PSR) con un valor de 0.45; Peso seco total (PST) con un valor de 1.26; Relación peso seco de la parte aérea entre peso seco de la raíz (PSPa/PSR) con un valor de 0.43; para el índice de esbeltez (IESB) con un valor de 0.46 y de 0.012 para el índice de calidad de Dickson (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Análisis de varianza para las variables evaluadas en los tratamientos de porcentajes de aserrín en *Cedrela odorata* L.**

Cuadrado medio de significancia									
F.V.	GL.	ALT	DIAM	PSPa	PSR	PST	PSPA/PS	IESB	ICD
Trato	10	14.37**	0.38**	0.34**	0.45**	1.26**	0.43**	0.46**	0.012**
Error	55	8.74	0.39	0.07	0.16	0.30	0.10	0.36	0.003

Las letras en cada columna representan diferencia estadísticamente significativa según el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey a un nivel de  $p = 0.05$ .

La influencia de los cuatro tratamientos de fertilización en el crecimiento de cedro rojo de acuerdo a las variables evaluadas mostraron diversos efectos (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Influencia de los tratamientos de porcentajes de aserrín en el crecimiento de plantas de *Pinus patula* para las variables evaluadas.**

Trato	ALT	DIAM	PSPa	PSR (g)	PST (g)	PSPA/PS	IESB	ICD
0			1.51 abc	0.78 b	2.3 abc	2.00 ab		0.25 ab
10				0.83 ab	2.7 abc			0.27 ab
20			1.15 c	0.63 b	1.78 bc	1.88 abc		0.18 b
30			1.15 c	.58 b	1.73 c	1.98 ab		0.17 b
40			1.48 abc	0.76 b	2.25 abc	1.93 abc		0.24 ab
50			1.46 abc	0.71 b	2.18 abc	2.05 ab		0.22 ab
60			1.66 abc			1.33 c		0.30a
70			1.71 ab	1.11 ab	2.83 ab	1.58 bc		
80			1.68 ab	0.95 ab	2.63 abc	1.83 abc		0.26 ab
90	30.667		1.71 ab	1.03 ab	2.75 abc	1.68 abc		
100			1.3 bc	1.53 ab	2.15 bc	1.53 bc		0.23 ab

La altura de planta no presentó diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos, a excepción de aquella que contenía 100% de aserrín que fue la menor (29.5cm). Su mayor diámetro (7.98mm) se alcanzó cuando se desarrollaron en el tratamiento que contenía 70% de aserrín y los menores se desarrollaron en los tratamientos compuestos por 100, 30, y 20% de aserrín con valores de 7.25, 7.17 y 7.12 mm., respectivamente.

El mayor peso seco de la parte aérea se presentó en las plantas que tuvieron el tratamiento compuesto por 10% de aserrín + 90% de la mezcla de peat moss-agrolita-vermiculita, que alcanzo un peso de 1.8667g., seguido por los tratamientos que contenían 70, 90, y 80% de aserrín con valores de 1.7167g., 1.7167g., y 1.6833g., respectivamente.

El tratamiento que contenía la mezcla de 60% de aserrín + 40% de la mezcla de peat moss-agrolita-vermiculita alcanzó el mayor valor de peso seco de raíz (1.5667 g) seguido de los tratamientos con 70, 90, 80, 100 y 10% de aserrín con valores de 1.1167, 1.0333, 0.95, 0.85 y 0.8333 g. respectivamente, no siendo estadísticamente diferentes entre estos seis valores ( $p=0.05$ ).

### Peso seco total

En la variable peso seco total presenta diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 2). El análisis de comparación de medias de Tukey agrupa el peso seco total en cuatro grupos (Cuadro 3). El tratamiento con 60% fue el más alto con un valor de 3.23 g, seguido con el de 70% de aserrín con valor de 2.8333 g; seguido de los tratamientos con 90, 10, 80, 0, 40 y 50% de aserrín (tercer grupo) con valores de 2.75, 2.7, 2.6333, 2.3, 2.25 y 2.1833 g. respectivamente, no siendo estadísticamente diferentes entre estos seis ( $p=0.05$ ); El cuarto grupo estuvo formado por los tratamientos con 100, 20 y 30% de aserrín con valores de 2.15, 1.7833, 1.7333 g. de manera respectiva.

De manera general, las variables descritas anteriormente tuvieron un comportamiento similar, los mejores resultados se obtuvieron cuando las plantas crecieron en el tratamiento de 70% de aserrín + 30% de la mezcla de peat moss-agrolita-vermiculita; por lo que la reducción de sustratos importados se disminuye significativamente. No obstante, resultó estadísticamente igual a los tratamientos que contenían de 60 a 90% de aserrín, y es en estos tratamientos donde el ahorro por concepto de sustratos es importante (90%), considerando que al utilizar la mezcla con 90% de aserrín los costos de producción de planta se reducirían sustancialmente. Además, no se detecto que el aserrín en la mezcla compuesta por 90% de aserrín generara plantas de calidad inadecuada en comparación con la mezcla de peat moss- agrolita-vermiculita, por el contrario, fue el segundo mejor sustrato en producir las plantas con las mejores características (sólo por debajo del tratamiento con 70% de aserrín aunque no presentaron diferencia estadística entre ellas). Estos resultados confirman los datos de Boodley (1998), quien asegura que el aserrín crudo puede ser utilizado como medio de crecimiento

si se agrega fertilizante en la cantidad adecuada.

De igual forma Starck y Lukaszuk (1991) reportaron que con altas dosis de fertilizante es posible incluir aserrín crudo hasta en un 75%, y que con esta mezcla se obtienen los más grandes tallos y diámetros de especies ornamentales. Pudelski (1983) encontró que la mezcla de aserrín crudo y turba en volumen de 75 y 25% respectivamente, dio buenos resultados en especies ornamentales. Con los resultados obtenidos se descarta el hecho de que el aserrín presente efectos tóxicos en la producción de plantas, por lo que su utilización representa un material alternativo para el viverista forestal, tomando en cuenta que es de fácil manejo, barato y además, que se encuentra disponible en grandes cantidades, sin olvidar que se deben realizar los ajustes correspondientes con la aplicación de nutrimentos.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, donde las mezclas con altas concentraciones de aserrín dieron los mejores resultados son alentadores, Mastalerz (1977) afirma que el aserrín es el sustrato más común y ampliamente utilizado porque tiene muchas características que lo hacen deseable para la preparación de los medios de crecimiento. De acuerdo con este autor todos los tipos de aserrín mejoran las características físicas de los medios de crecimiento; además, el tamaño de las partículas de aserrín es tal que es fácilmente manejable con otros componentes del medio; esto confirma lo que sucedió en este trabajo ya que las mejores plantas se presentaron cuando crecieron en altos porcentajes de aserrín, no obstante, el complemento para la mezcla fue de productos importados que contribuyeron a mejorar las características del sustrato para que las plantas crecieran satisfactoriamente.

Una de estas propiedades fue el tamaño de las partículas ya que el aserrín es el complemento perfecto para llenar los huecos que quedan en la mezcla de peat moss-agrolita-vermiculita, con esto se incrementa la capacidad de retención de agua. Caron *et al.* (2001) descubrieron que si se elimina el tamaño de partícula pequeño disminuye la capacidad de retención de agua en el sustrato. Esto sugiere que el tamaño de la partícula tiene una gran importancia en las propiedades físicas del

sustrato y por lo tanto en el desarrollo de la planta, lo que explica en parte el comportamiento que tuvieron los tratamientos que contenían aserrín. Por otra parte De Boodt y Verdonck (1972) encontraron que el espacio poroso total del aserrín es de 84.65% lo que lo acerca al sustrato ideal, comparándolo con la turba negra que presenta 86%, lo anterior es importante tomando en cuenta que las mezclas que contenían de 60 a 90% de aserrín presentaron una equilibrada estructura de poros, lo que proporcionó un buen intercambio gaseoso para el sistema radicular, lo cual afectó directamente a todas las funciones de la planta como la absorción de agua y nutrimentos.

Las plantas que crecieron en las mezclas que contenían altos porcentajes de aserrín presentaron aspectos de mayor vigor con colores verdes más oscuros y plantas mejor conformadas, a medida que avanzaba su estancia en el vivero. Beardsell *et al.* (1979) encontraron que en el aserrín, el agua disponible como una medida de porcentaje de humedad en volumen, es muy similar al de la turba (51.9% contra 50.2% respectivamente); sin embargo, el aserrín mantiene a la planta sin marchitarse por un periodo más largo (14 días), que el esperado de acuerdo a la capacidad de retención de agua disponible, contrario a la turba que únicamente mantiene a la planta sin marchitarse por 7.3 días bajo las mismas condiciones ambientales.

Las plantas que tuvieron una mejor disponibilidad de nutrimentos fueron las que presentaron los mayores valores de las variables altura, diámetro, PSPa, PSR y PST y estas fueron las que se desarrollaron en las mezclas que contenían de 60 a 90% de aserrín, esto podría ser explicado por el pH resultante del aserrín + la mezcla de peat moss-agrolita-vermiculita ya que el principal efecto del pH es su influencia en la disponibilidad de los nutrimentos, especialmente en los micronutrimentos, ya que muchos nutrimentos son inaccesibles a las raíces o a veces tóxicos con pH extremos. De acuerdo con Ruano (2003), el viverista debe mantener los valores de pH en el sustrato con un rango ligeramente ácido entre 5.5 y 6.5. Mateo (2002) encontró que las mezclas con más del 50% de aserrín presentaron un pH menor a 6.0, el pH disminuyó a medida que aumentó la cantidad

de aserrín, hasta valores de 4.7 y 4.5, en la mezcla con 100% de aserrín. Esto es de gran importancia ya que el pH resultante de las mezclas que arrojaron los mejores resultados estuvo dentro de los rangos óptimos de pH de acuerdo con el autor.

Los peores resultados se presentaron en los tratamientos que contenían 0, 30, 20 y 100% de aserrín, es decir que los tratamientos que presentaron los valores más bajos correspondieron a la mezcla donde predominaban el peat moss-agrolita-vermiculita, que es el tratamiento recomendado para el sistema tecnificado de producción de planta en vivero. Para esta mezcla de sustratos el fabricante recomienda fertilizante de lenta liberación, fertilizante soluble aplicado al sistema de riego y aplicaciones foliares, en el presente trabajo estas aplicaciones extras de fertilización no se realizaron, lo que podría explicar el pobre desarrollo de las plantas en este tratamiento.

En cuanto al tratamiento que contenía 100% de aserrín los malos resultados podrían ser explicados por el exceso de humedad que presenta este sustrato, generado por el tamaño de partículas, ya que suele comportarse con mejores resultados cuando se mezcla con materiales de partículas más gruesas que aporten una mayor aireación, como es el caso de los sustratos importados. Otro de los factores que podrían afectar el crecimiento de las plantas es la relación C/N ya que en el aserrín crudo el contenido de carbono es muy elevado, reteniendo cantidades importantes de nitrógeno lo que influye negativamente en su crecimiento al retener el aserrín iones de nitrógeno que le servirían a la planta.

La información acerca de la producción de especies forestales creciendo en sustratos a base de aserrín es muy limitada, por lo que se recurrió al cultivo de hortalizas que es donde más trabajos se han realizado. Adamson y Maas (1971) mencionan que el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) pueden crecer exitosamente en medios sin suelo compuestos completamente de aserrín crudo si se enriquecen adecuadamente con los nutrientes minerales esenciales. En este trabajo al utilizar aserrín el rendimiento incrementó en casi 50% con respecto al testigo.

Pudelski (1978) utilizó una mezcla con 75% de aserrín fresco + 25% de turba y logró un rendimiento superior al testigo compuesto únicamente de turba. Concluyó que el aserrín crudo tomado directamente del aserradero es efectivo para el crecimiento de jitomate y pepino. El mismo autor, pero en 1980, menciona que es posible usar aserrín y corteza de pino no composteados de especies de coníferas como sustrato para el crecimiento de hortalizas. D'angelo *et al.*, (1993) encontraron que en plantas ornamentales el aserrín crudo puede sustituir hasta en un 66% al peat moss en mezclas de sustratos para la producción de plantas de calidad. Ismaili *et al.* (1996), en trabajos realizados en la producción de melón (*Cucumis melo* L.) utilizando como sustrato aserrín crudo del árbol de hule (*Ficus elasticus*), encontraron mejores resultados cuando aumentaron la proporción de aserrín crudo a un 60%, además mencionan que no se observaron síntomas de toxicidad en las plantas. Beltran y Rembao (1996), en una investigación con *Petunia híbrida*, reportan que el aserrín crudo en porcentajes de 55, 65 y 75% puede competir con la turba canadiense en peso seco de la planta y tiempo de floración. Jarvis (1997) reporta que el aserrín crudo ha sido efectivo en el cultivo de jitomate y lechuga en la Columbia Británica (Canadá).

Andrade y Valenzuela (2002) realizaron un estudio con plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en sustratos a base de aserrín de *Pinus radiata* D. Don. Los tratamientos que se utilizaron fueron aserrín sin tratar, suelo rojo arcilloso y una mezcla de ambos. Encontraron que las plantas de tomate cultivadas en sustratos que incluyeron aserrín tratado con mezclas fungicidas presentaron los mejores resultados.

Los resultados del presente trabajo, de manera general, coinciden con lo realizado por Mateo (2002) en la producción de planta de *Pinus patula* y *P. teocote*, donde encontró que mezclas que contenían entre 70 y 80% de aserrín con fertilizante produjeron el mayor peso seco, altura y diámetro de las plantas de ambas especies al comparar mezclas de 10 a 100% de aserrín con tierra de monte. Por otra parte Martínez (2005), evaluó el efecto de diferentes combinaciones de sustratos (aserrín, arena de río y tierra de monte) sobre el crecimiento y calidad de planta de *P. patula* en

vivero. Encontró que el mayor valor para las variables PSPa, PSR, ALT y DIAM se presentaron cuando las plantas se desarrollaron en el sustrato que contenía entre 80 y 90% de aserrín.

Reyes (2005) evaluó el efecto de diferentes mezclas de aserrín (cuatro mezclas de sustratos compuestos de aserrín, tierra de monte, corteza de pino, peat moss y agrolita) sobre el crecimiento inicial de *Pinus pseudostrabus* var. *Apulcensis*, producidas con el sistema tradicional en vivero. Utilizó cuatro tratamientos, mezclando 80% de aserrín + 20% de cada uno de los demás componentes: tierra de monte, corteza de pino, peat moss y agrolita. A cada mezcla de sustrato se le aplicó el fertilizante de liberación lenta Multicote® (18-6-12) en una dosis de cinco kg/m<sup>3</sup>. El investigador encontró que la mezcla que contenía 80% de aserrín + 20% de peat moss, resultó ser la mejor para las variables PSPa, PSR, ALT y DIAM.

Los experimentos antes citados reportan resultados muy similares a los del presente trabajo ya que, de manera general, los tres autores reportan los mayores valores para las mezclas de aserrín que contenían 80%. Por lo que al sustituir 80% de los sustratos importados por aserrín implicaría una reducción en los costos de producción de plantas en vivero. Por otro parte también es importante mencionar que se reduciría la salida de divisas, dado que la turba es un sustrato de importación. El aserrín es un desperdicio de la industria forestal y su costo es muy bajo y en muchas regiones forestales no tiene valor. Por lo anterior se puede decir que el aserrín fresco en combinación con otros materiales, representa un medio de crecimiento alternativo a los sustratos importados en la producción de especies forestales.

### Relación (PSPa/PSR)

Uno de los indicadores de la calidad de planta producida en vivero es el cociente que resulta de dividir el peso seco de parte aérea (PSPa) entre el peso seco de raíz (PSR). Para esta variable obtuvimos una diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos (Cuadro 2). De acuerdo a la prueba de medias de Tukey se formaron cuatro grupos (Cuadro 3). El mayor valor correspondió al tratamiento con 10% de

aserrín, con un valor de 2.266. Los siguientes valores más altos correspondieron a los tratamientos con 50% y 30% de aserrín con valores de 2.050 y 2.000 respectivamente, sin diferencia significativa entre ellos. El siguiente grupo lo formaron los tratamientos con 40%, 20%, 80% y 90% con valores de 1.933, 1.883, 1.833 y 1.683 respectivamente. Los valores más bajos para esta variable correspondieron a los tratamientos de 100% y 60% con datos de 1.533 y 1.333.

En especies de latifoliadas tropicales la relación PSPa/PSR es deseable que sea mayor a 2.0, cuando la planta esté destinada para sitios con disponibilidad de agua normal para su tipo de vegetación (selva alta perennifolia, de los 0 a los 750 msnm). La mejor calidad de planta se obtiene cuando la parte aérea es relativamente grande y la raíz mediana, lo que puede garantizar una mayor supervivencia ya que evita que la absorción exceda a la capacidad de transpiración. Por lo tanto las plantas obtenidas bajo esta metodología no tendrían problemas de supervivencia en sitios de restauración (principalmente potreros), pero dado que el hábitat natural de *Cedrela odorata* L. es de alta humedad, las plantas producidas serían adecuadas para los lugares en que normalmente se desarrolla esta especie.

Los valores de la relación PSPa/PSR del presente trabajo resultaron similares a otras especies con sustrato a base de aserrín, como los reportados por Reyes (2005) con *Pinus pseudostrabus*, con valores de 2.33. Martínez (2005) por su parte trabajando con *Pinus patula* encontró que el mayor valor para esta relación se obtuvo en una mezcla que contenía 60% de aserrín + 40% de tierra de monte; sin embargo, en el presente trabajo el segundo mejor valor correspondió la mezcla que contenía 50% de aserrín.

### Índice de esbeltez

La relación altura/ diámetro o índice de esbeltez, es otro indicador que combina los valores de las variables altura y diámetro, con el fin de tener una mejor predicción de la calidad de la planta. Para esta variable no se obtuvo una diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 2). De acuerdo con la prueba de comparación de medias, de Tukey, se formó un grupo (Cuadro 3). El tratamiento que presentó



los mayores valores para el índice de esbeltez se encontró en las plantas que crecieron en el tratamiento que contenía 80% de aserrín con un valor promedio de (4.7667). El valor mas bajo (3.9667) fue para el tratamiento con 90% de aserrín.

Este índice relaciona la resistencia de la planta con su capacidad fotosintética (Toral, 1997). Se recomienda que los valores sean bajos, lo que indica una planta más robusta y con menos probabilidad de daño físico por la acción del viento, sequía o heladas en el sitio de plantación (Thompson, 1985). Sin embargo, los valores obtenidos en el presente trabajo indican que las plántulas crecieron equilibradamente en altura y en diámetro, por lo que se obtuvieron plantas de “compleción” media. Cano *et al.* (1998) mencionan que en el sistema actual de producción de los viveros en México, las plantas producidas en contenedores cónicos o bloques de unicel son en general altas y delgadas, debido a que las practicas culturales utilizadas en el sistema tecnificado favorecen más el desarrollo de la parte aérea que el de la raíz en comparación con el sistema tradicional.

### Índice de calidad de Dickson

Para esta variable se obtuvo una diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos (Cuadro 2). De acuerdo con la prueba de comparación de medias, de Tukey, se formaron tres grupos (Cuadro 3). Los mayores valores para este índice correspondieron a 70%, 90% y 60% de aserrín con valores de 0.313, 0.306 y 0.303 respectivamente. El segundo grupo correspondió a los tratamientos con 10%, 80%, 0%, 40%, 100% y 50% con valores de 0.278, 0.263, 0.255, 0.240, 0.233 y 0.223 respectivamente, no siendo estadísticamente diferentes entre estos tratamientos ( $p = 0.05$ ). El tercer grupo lo formaron los tratamientos con 20 y 30% de aserrín con valores de 0.185 y 0.17833 respectivamente.

Este índice combina la información de los dos índices anteriores y los ajusta por el efecto del tamaño de la planta, por lo que un aumento en el índice representa plantas de mejor calidad, lo cual implica que, por una parte, el desarrollo de la planta es grande y que al mismo tiempo las fracciones aérea y radical están equilibradas (Oliet, 2000).

Los valores de índice de esbeltez y del índice de Dickson (ICD) resultaron similares a los reportados por Reyes (2005) con plantas de *Pinus patula*, con valores altos para los índices de esbeltez (entre 6.55 y 5.74) y bajos para el ICD, entre 0.48 y 0.25. De igual forma resultaron similares a otras especies con otros sustratos, como los encontrados por Román *et al.* (2001) con *Pinus greggii* Engelm. (*var. Australis* Donahue & Lopez) con valores entre 11.48 y 12.08, para el índice de esbeltez, y valores bajos para el ICD (entre 0.4 y 0.6); el autor atribuyó estos resultados a la presencia de un gran crecimiento aéreo con respecto al radical debido a un exceso de nutrimentos. Martínez (2005) reportó el mayor ICD cuando las plantas de *Pinus patula* se desarrollaron en un sustrato compuesto por 80 y 90% de aserrín. Cobas *et al.* (2001) con *Hibiscus elatus* Sw, utilizando como sustrato una mezcla de 20% corteza de pino compostada + 40% humus de lombriz + 40% turba, encontraron valores de 0.1 y 0.2 para el ICD, lo que no es adecuado. Barajas *et al.* (2004) trabajando con *Pinus greggii* (*var. Australis*), utilizaron un sustrato que consistió en una mezcla de suelo forestal y arena (3:1); obtuvieron valores de ICD menores a 0.5 a los diez meses de edad. Por lo tanto los sustratos compuestos con las mezclas a base de aserrín en combinación con sustratos importados, producen plantas iguales e inclusive de mejor calidad que los producidos con otros sustratos.

### CONCLUSIONES

Todas las mezclas de sustrato que contenían aserrín produjeron plantas de mejor calidad, comparadas con la mezcla de sustratos recomendados para el sistema tecnificado de producción de planta en vivero (considerada como testigo).

El aserrín crudo de *Pinus teocote* puede sustituir hasta un 90% a la mezcla de peat moss, agrolita y vermiculita, generando plantas de buena calidad.

El vivero forestal el cerrito, lugar donde se desarrollo el presente trabajo, produjo el total de su producción del ciclo 2009-2010 de *Cedrela odorata* L. en mezclas a base de aserrín crudo en forma exitosa, lo que confirma los resultados del presente trabajo.

## LITERATURA CITADA

- Adamson, R., M.; Mass, F., E. 1971. **Sawdust and other soil substitutes and amendments in greenhouse tomato production.** Hortscience 6: 397-399.
- Andrade, S., N.; Valenzuela, F., E. 2002. **Aserrín de pino petratado con cepas fungicidas como sustrato para la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).** Agrosur 30 (2): 22-30.
- Barajas, R., J.E.; Aldrete, A., J.J.; Vargas, H.; López U., J. 2004. **La poda química en vivero incrementa la densidad de raíces en árboles jóvenes de *Pinus greggii*.** Agrociencia 38: 545-553.
- Beardsell, D.V.; Nichols, G., D.; Jones, L., D. 1979. **Water relations of nursery potting-media.** Scientia Horticulturae. 11: 9-17.
- Beltrán, V., C.H.; Rembao, J., A. 1996. **Evaluación de diferentes sustratos orgánicos para la producción de planta en vivero.** XXVII Congreso nacional de la ciencia del suelo. Cd. Obregón Sonora, México. P. 192.
- Boodley, W.J. 1998. **The Commercial Greenhouse.** 2<sup>nd</sup>. Edition. Del mar publishers, Washington, USA. Pp. 146-148.
- Cabrera, R., I. 1999. **Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta.** Revista Chapingo serie Horticultura 5 (1): 5-11.
- Cano, P., A.; Vargas, H., J.J.; González, H., V.A.; Vera, C., G.; Cetina, A., V.M. 1998. **Caracterización morfológica de plántulas de *Pinus greggii* Engelm en dos sistemas de producción en vivero.** Ciencia Forestal en México 23 (84): 19-27.
- Caron, J.; Morel, N., P.; Riviere, M., L. 2001. **Aereation in growing media containing large particle size.** Acta Horticulturae. 548: 229-233.
- Cobas, L., M.; Castillo, I.; González, I., E. 2001. **Comportamiento de diferentes parámetros morfológicos en la calidad de la planta de *Hibiscus elatus* sw., cultivada en viveros sobre tubetes en la provincia de Pinar del Río.** Revista Avances 3(1): 17-21.
- D'angelo, G.; Calstelnuovo, F., M.; Galli, O., A.; Vallagussa, F. 1993. **Relations between physical and chemical propertis of the substrate and growth of some pot ornamentals.** Acta Horticulturae. 342: 313-323.
- De Boodt, M.; Verdonck, O. 1972. **The physical properties of the substrates in horticulture.** Acta Horticulturae. 26: 37-44.
- Dickson, A.; Leaf, A.L.; Hosner, J.F. 1960. **Quality appraisal of write spruce and white pine seedling stock in nursecies.** For. Chron. 36: 10-13.
- García, C., O. 1999. **Materiales orgánicos como sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *spathyllum wallisii* cultivadas en maceta.** Tesis de Maestría. Colegio Postgraduados, Montecillos, México. 115 p.
- Ismail, M.R.; Rahmani, Y.; Awang, Y. 1996. **The use of rubberwood sawdust (RS): peat mix in the soilles cultivation of melon (*Cucumis melo* L.).** Acta Horticulturae. 450: 149-154.
- Jarvis, R.W. 1997. **Managing disease in greenhouse crops.** APS press, Minnesota, USA. pp 19-189.
- Martínez, R., M. 2005. **Inoculación con hongos comestibles ectomicorrizicos, poda química y sustratos en el mejoramiento de calidad de *Pinus patula* en vivero.** Tesis de Maestría. Colegio Postgraduados, Montecillos, México. 83 p.
- Mastalerz, J.W. 1977. **The greenhouse environment.** John wiley and sons New York. USA. 629 p.
- Mateo, S., J.J. 2002. **Potencial del aserrín como alimento para rumiantes y sustrato para plantas.** Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 92 p.
- Oliet, J. 2000. **La calidad de la postura forestal en vivero.** Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Córdoba. España. 93 p.
- Pudelski, T. 1978. **Using waste products of wood industry and paper mills as substrates and organic fertilizers in growing vegetables under protection.** Acta Horticulturae. 82: 67-74.
- \_\_\_\_\_.1980. **Common beech bark compost as growing medium and soil improver in growing vegetables under protection.** Acta Horticulturae. 99: 105-113.
- \_\_\_\_\_.1983. **Composted and non composted wood wastes in growing vegetables under protection in Poland.** Acta Horticulturae. 133: 237-257.
- Reyes, R., J. 2005. **Practicas culturales para mejorar la calidad de plantas de *Pinus patula* y *P. Pseudostrobus* var. *Apulcensis* en vivero.** Tesis de Maestría. Colegio de postgraduados, Montecillos, México. 95 p.
- Román, J., A.R.; Vargas, H., J.J.; Baca, C., G.A.; Trinidad, S., A.; Alarcón, B., M.P. 2001. **Crecimiento de plántulas de *Pinus greggii* Engelm., en respuesta a la fertilización.** Ciencia Forestal en México 26(89): 19-43.
- Ruano, M., J.R. 2003. **Viveros forestales: Cultivo de brinzales forestales en envase. Sustrato o medio de cultivo.** Mundi-prensa. España. pp 126-143.

- Santiago, T., O. 2002. **Evaluación del crecimiento en vivero de plántulas de cinco especies de coníferas producidas en tres mezclas de sustratos y tres tamaños de contenedor.** Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 241 p.
- SAS. 1996. **Statical Analysis Sistem. User's Guide: Basics SAS System Institute Inc.** Cary, N.C: USA.
- SEMARNAT. 2005. **Informe de la situación de Medio Ambiente en México.** Compendio de estadísticas ambientales.
- Starck, J.R.; Lukaszuk, K. 1991. **Effect of fertilizer nitrogen and potassium upon yield and quality of carnations grown in peat and sawdust.** Acta Horticulturae. 294: 289-296.
- Thompson, B.E. 1985. **Seedling morphological evaluation: What you can tell by looking. In: Evaluating seedling quality; Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Test.** M. L. Duryea (ed.). Forest Res. Lab., Oregon State University, Corvallis, Or. USA. pp: 59-71.
- Toral, I.M. 1997. **Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento Técnico 1. Programa de Desarrollo forestal integral de Jalisco.** SEDER., Fundación Chile, Consejo Agropecuario de Jalisco. México. 28 p.

**José Justo Mateo Sánchez**

Profesor Investigador. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo, Hgo.

**Rigoberto Bonifacio Vázquez**

Pasante de Ingeniería Forestal. Instituto de Tecnológico Regional de Morelia, Michoacán.

**Sergio Rubén Pérez Ríos**

Profesor Investigador. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo, Hgo.

**Leopoldo Mohedano Caballero**

Profesor Investigador. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo, Hgo.

**Juan Capulín Grande**

Profesor Investigador. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Tulancingo, Hgo.