



# Caracterización física y química de sustratos con base en corteza y aserrín de pino

## Physical and chemical characterization of substrates based on pine bark and dust

Sandra Luz Castro Garibay<sup>1</sup>, Arnulfo Aldrete<sup>1\*</sup>, Javier López Upton<sup>1</sup> y Víctor Manuel Ordaz Chaparro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. \* Autor de correspondencia aaldrete@colpos.mx  
Texcoco, Estado de México, México.

### RESUMEN

Las características físicas y químicas de los sustratos son importantes para obtener planta en vivero con características morfológicas adecuadas. Se caracterizaron tres sustratos de uso actual en viveros forestales: S1: turba de musgo, vermiculita y perlita; S2: corteza compostada, turba de musgo y aserrín y S3: aserrín de pino, turba de musgo y corteza compostada, todas en proporción 3:1:1 vol., a los cuales se les agregaron 8 g L<sup>-1</sup> de fertilizante Osmocote® de 8 meses – 9 meses de liberación. Se utilizaron para la producción de *Pinus greggii* var. *australis* Donahue & López. Las características porosidad, pH, conductividad eléctrica y relación carbono/nitrógeno se evaluaron antes y después de la producción de planta, mientras que la granulometría, curvas de retención y liberación de agua solamente antes de la producción. Los intervalos iniciales y finales de porosidad total, aireación y retención de agua fueron de 77% - 83%; 19% - 27% y 54% - 63%, respectivamente. En todos los sustratos la porosidad de aireación disminuyó y la de retención de agua aumentó al final. El agua fácilmente disponible varió de 19% a 30%, S3 presentó el mayor porcentaje. En la granulometría, la mayor proporción de partículas se encontró en diámetros de 0.26 mm a 0.75 mm. Los valores de pH iniciales (4.8 - 5.3) y finales (6.3 - 6.7) fueron ácidos; la CE inicial fue de 0.9 dS - 1.7 dS, menor que la final de 1.7 dS - 2.4 dS. La relación carbono/nitrógeno fue diferente para los tres sustratos, S1 presentó el menor valor (159), S2 con 537 y S3 el mayor (613). Los sustratos alternativos evaluados presentaron características adecuadas para ser utilizados en la producción de planta forestal y sustituir al compuesto por turba de musgo.

**PALABRAS CLAVE:** agua fácilmente disponible; porosidad total; propiedades físicas; propiedades químicas; sustratos alternativos; viveros forestales.

### ABSTRACT

The physical and chemical characteristics of the substrates are important to obtain a nursery plant with adequate morphological characteristics. Three substrates of current use in forest nurseries were characterized: S1: moss peat, vermiculite and perlite; S2: composted bark, peat moss and sawdust and S3: pine sawdust, moss peat and composted bark, all in 3: 1: 1 vol proportion, to which 8 g L<sup>-1</sup> of Osmocote® fertilizer of 8 - 9 months of release was added. They were used to produce *Pinus greggii* var. *australis* Donahue & Lopez. The porosity, pH, electrical conductivity and carbon/nitrogen ratio were evaluated before and after plant production, while granulometry, retention curves and water release only before production. The initial and final ranges of total porosity, aeration and water retention were 77% - 83%; 19% - 27% and 54% - 63%, respectively. In all substrates the aeration porosity decreased, and the water retention increased at the end. The readily available water varied from 19% to 30%, higher in S3. According to the granulometry, the largest proportion of particles was from 0.26 mm - 0.75 mm in diameter. The initial (4.8-5.3) and final (6.3-6.7) pH values are in the acid range. The initial EC was 0.9 dS - 1.7 dS, lower than the end one of 1.7 dS - 2.4 dS. The C/N ratio was different for the three substrates; S1 presented the lowest value (159), S2 with 537 and S3 the largest (613). The alternative substrates evaluated have suitable characteristics to be used in the production of forest plant and to replace the use of peat moss.

**KEYWORDS:** easily available water; total porosity; physical properties; chemical properties; alternative substrates; forest nurseries.

## INTRODUCCIÓN

El sustrato utilizado en envases con volúmenes pequeños en la producción de planta forestal debe presentar características físicas y químicas que permitan el crecimiento adecuado de las plantas (Cabrera, 1995). Dichas características incluyen pH ligeramente ácido, baja fertilidad inherente, libre de plagas y enfermedades además de presentar valores mínimos en la porosidad total de 70%, porosidad de aireación de 10% y porosidad de retención de agua de 55% (Landis *et al.*, 1990 y, Cabrera, 1999).

En la producción de especies forestales se ha utilizado por muchos años el sustrato compuesto por turba de musgo, vermiculita y perlita (3:1:1; vol.) debido a que presenta características físicas y químicas adecuadas en la producción de planta (Haase, Dumroese, Wilkinson y Landis, 2016). Sin embargo, utilizar estos materiales como medio de crecimiento genera costos de producción de planta altos, por lo que en diversos países ha ido en aumento el uso de sustratos alternativos (Quiroz, García, González, Chung y Soto, 2009).

Con el propósito de sustituir la turba de musgo, que es el material más costoso y principal de la mezcla, se han utilizado otros materiales como corteza, aserrín, fibra de coco, cascarilla de arroz y lombricomposta. En México, el costo unitario de la planta por concepto de sustrato puede llegar a disminuir hasta 50% cuando se utilizan mezclas compuestas por aserrín y corteza de pino (Aguilera, Aldrete, Martínez y Ordaz, 2016).

El aserrín y corteza de pino son subproductos de la industria forestal que tienen poco uso, y en los últimos años se han utilizado como componentes de los sustratos en los viveros. Sin embargo, en algunos casos cuando se utilizan en forma inadecuada y sin compostar pueden llegar a disminuir la disponibilidad de nitrógeno y provocar problemas de fitotoxicidad en las plantas, por su alto contenido de taninos (Miller y Jones, 1995; Quiroz *et al.*, 2009).

Por la necesidad de sustituir la turba de musgo se han realizado investigaciones enfocadas en la caracterización física y química de sustratos alternativos mezclados como

la corteza y aserrín de pino (Sánchez, Aldrete, Cetina y López, 2008) o sin mezclar como la corteza de *Pinus radiata* D. Don (Arrieta y Terés, 1993), y de *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco (Buamscha, Altland, Sullivan, Hornecky Cassidy, 2007). También se han utilizado estos materiales para la formulación de sustratos para producir diversas especies forestales como *P. pseudostrobus* var. *apulcensis* (Reyes, Aldrete, Cetina y López, 2005), *Cedrela odorata* L. (Mateo, Bonifacio, Pérez, Mohedano y Capulín, 2011), *Prosopis laevigata* Humb. et Bonpl. ex Willd. (Prieto, Rosales, Sigala, Madrid y Mejía, 2013), *Pinus montezumae* Lamb. (Hernández, Aldrete, Ordaz, López y López, 2014), entre otras, con resultados satisfactorios. Lo anterior ha demostrado que estos materiales pueden sustituir a la turba de musgo en alguna proporción, ya que las características morfológicas de las plantas producidas en estos sustratos son aceptables.

Hernández *et al.* (2014) demostraron que utilizar sustratos con corteza y aserrín en proporción 60% – 40% y viceversa da como resultado planta con características aceptables, además de características químicas como el pH y valores de retención de agua en un intervalo adecuado. Sin embargo, no se probó el efecto de un tercer material, obteniendo una proporción de 60% – 20% - 20%.

## OBJETIVOS

El presente trabajo tuvo como objetivo describir las características físicas y químicas de un sustrato con mayor proporción de corteza (60%) y otro con mayor proporción de aserrín (60%) y compararlas con las de un sustrato con mayor proporción de turba de musgo (60%), conocido por los viveristas como mezcla base, para ser utilizados en la producción de especies forestales en vivero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados en la producción de planta de *Pinus greggii* var. *australis* Donahue & Lopez fueron: corteza de pino compostada, aserrín fresco de pino, turba de musgo, perlita y vermiculita. A cada mezcla generada, se agregaron 8 g L<sup>-1</sup> de fertilizante de liberación controlada (Osmocote Plus® 15 N- 9P- 12 K) (Tabla 1). La corteza



TABLA 1. Materiales utilizados en la formulación de tres sustratos (S1, S2, S3) y proporciones utilizadas.

<i>Sustrato</i>	<i>Proporción con base en volumen</i>
S1. Turba de musgo, perlita y vermiculita	3:1:1
S2. Corteza de pino, turba de musgo y aserrín de pino	3:1:1
S3. Aserrín de pino, turba de musgo y corteza de pino	3:1:1

utilizada fue de *Pinus douglasiana* Martínez, con al menos seis meses de compostaje, y el aserrín fresco (menos de dos semanas después del aserrado) de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham.

Los sustratos se analizaron en el laboratorio de Física de Suelos, del Postgrado en Edafología del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Las propiedades físicas que se determinaron fueron: porosidad total (PT), porosidad de aireación (PA), porosidad de retención de agua (PRA), granulometría, curva de retención y de liberación de agua. Mientras que las propiedades químicas fueron: pH, conductividad eléctrica (CE) y relación carbono/nitrógeno (C/N). Las propiedades químicas se determinaron al inicio y final de la producción de planta, al igual que PT, PA y PRA. Cinco repeticiones se utilizaron para cada característica.

## Propiedades físicas

### Porosidad

La porosidad inicial se determinó con la metodología descrita por Landis *et al.* (1990). Los envases utilizados fueron de 230 mL, los cuales fueron etiquetados y pesados antes de ser llenados. Cada sustrato se saturó por 24 h, luego se colocó dentro de los envases, tomando el peso. Después se drenó el agua de los envases, obteniendo el peso de sustrato drenado. Cada muestra se colocó dentro de una estufa de secado a 70 °C por 72 h, y por último se obtuvo el peso seco de las muestras de sustratos. Después de siete meses de crecimiento de las plantas, posterior a su evaluación morfológica, se determinó nuevamente la porosidad de los sustratos (porosidad final), la cual se realizó de la misma manera que la inicial.

### Granulometría

Para determinar los diámetros de partículas de los tres sustratos se utilizaron 10 tamices con mallas con los siguientes diámetros (mm): 6.36, 4.76, 3.36, 2.38, 2.00, 1.68, 1.00, 0.71, 0.50, 0.25 y el receptor, colocándolos de forma descendente de acuerdo con la manera en que se citan, y pesando cada tamiz. Muestras de 200 g de cada sustrato se colocaron en la columna de tamices; dejándolas oscilar por tres minutos en un agitador. Después se pesaron nuevamente los tamices con el sustrato que quedó en cada uno de ellos (Bunt, 1988).

### Curva de retención de agua

Para esta prueba se utilizó un equipo de embudos de succión (De Boodt, Verdonck y Cappaert, 1974) que tiene una placa de vidrio porosa conectada a una manguera. La succión se realizó a los 10 cm, 50 cm y 100 cm de columna de agua. Se colocó una muestra de sustrato hidratado en los embudos, la manguera se niveló en la marca de 10 cm y una vez que la columna de agua no subió más allá de la marca del nivel de 10 cm, la manguera se niveló a los 50 cm y después a los 100 cm. Se tomaron los pesos de las muestras de sustratos en húmedo y seco de cada una de las alturas de succión.

Con los datos obtenidos se procedió a calcular los puntos de la curva y poder identificar el agua no disponible (AND), agua fácilmente disponible (AFD), agua de reserva (AR) y agua difícilmente disponible (ADD).

## Propiedades químicas

### pH y CE

Estas propiedades se tomaron en los tres sustratos antes y después de ser utilizados. La relación de la solución utilizada

fue 1:5 en volumen (sustrato:agua destilada). El sustrato se remojó por 30 minutos en agua destilada; después las muestras se filtraron para obtener el extracto de saturación y tomar los datos de pH y CE con un potenciómetro y un conductímetro, respectivamente.

**Relación C/N**

Para obtener el porcentaje de carbono orgánico (% C) se utilizó el método de calcinación en mufla. Muestras de 1.5 g de sustrato se calcinaron a una temperatura de 350 °C por 4 h; una vez calcinadas se obtuvo el peso de las muestras. Para el porcentaje de nitrógeno, se utilizaron 0.5 g de sustrato molido y tamizado. La metodología utilizada fue la descrita por la Secretaría de Medio Ambiente y recursos Naturales [Semarnat], Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Con los porcentajes obtenidos de carbono y de nitrógeno, se realizó la división, donde el

resultado es directamente proporcional a la estabilidad biológica de los sustratos.

**RESULTADOS**

**Propiedades físicas**

**Porosidad**

Los tres sustratos evaluados presentaron un intervalo de 77% a 83% de porosidad total (PT). Hubo poca variación entre los valores iniciales y finales de PT. Sin embargo, la porosidad de aireación disminuyó en forma significativa para los tres sustratos. La disminución de la PA por el uso de los sustratos en la producción de las plantas fue de 4% para S1, 8% para S2 y 16% para S3. En contraste, los valores de PRA aumentaron en 1%, 8% y 12% para S1, S2 y S3 respectivamente (Fig. 1).

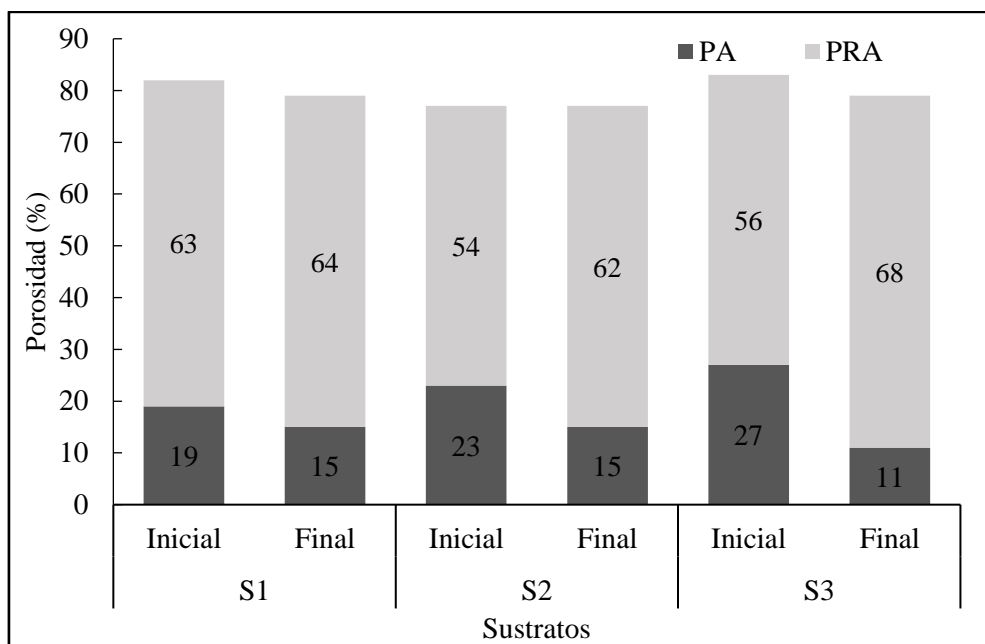


FIGURA 1. Porosidad inicial y final de los sustratos evaluados. S1) turba de musgo, perlita y vermiculita; S2) corteza de pino, turba de musgo y aserrín de pino y S3) aserrín de pino, turba de musgo y corteza de pino; 3:1:1 (vol.) para cada uno de sus componentes; PRA: Porosidad de retención de agua; PA: Porosidad de aireación.



### Granulometría

La distribución de las partículas fue muy similar; la proporción mayor de éstas se encuentran en el intervalo de partículas finas (0 mm – 0.75 mm) para los tres sustratos. Sin embargo, los porcentajes de partículas finas y gruesas (> 2.01 mm) en las tres mezclas son diferentes, S1 presentó 57% y 25%, respectivamente, S2 fue de 49% de finas y 20% gruesas y S3 con 61% de partículas finas y 21% de partículas gruesas (Fig. 2).

### Curvas de retención de agua

El agua fácilmente disponible (AFD) y de reserva (AR), muestran la cantidad de agua que la planta toma. Las curvas generadas para los sustratos presentan un comportamiento similar para S2 y S3; obteniendo porcentajes de agua fácilmente disponible de 16% y 24%, respectivamente; dichos valores se obtienen al restar 51 y 35 para S2 y 55 y 31 para S3. El sustrato con base en turba de musgo (S1) muestra valores inferiores a cualquier tensión, esto indica disminución en el contenido de agua y menor porcentaje de agua aprovechable, siendo de 12% en comparación con los otros sustratos. Sin embargo, en el agua de reserva, los sustratos alternativos (S2 y S3) tienen 5%, mientras que el formado en su mayoría por turba de musgo es 6% (Fig. 3).

### Propiedades químicas

#### pH y CE

Los valores de pH iniciales de los sustratos son ácidos, S1 con el valor mayor 5.3, S2 y S3 presentaron valores menores 4.8 y 4.9, respectivamente. Al final del proceso de producción todos los sustratos presentaron aumento de pH, S3 tuvo el mayor aumento con un registro de 6.7. En los resultados iniciales y finales de CE, S1 presentó los valores más altos, 1.7 dS m<sup>-1</sup> y 2.4 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, pero S3 tuvo el mayor aumento al pasar de 0.9 dS m<sup>-1</sup> a 1.7 dS m<sup>-1</sup> (Tabla 2).

#### Relación Carbono/Nitrógeno

Los resultados iniciales en la relación C/N fueron 159 en S1, 537 en S2 y 613 en S3. Los valores finales disminuyeron en los tres sustratos a 90, 161 y 54, respectivamente (Tabla 3), lo que probablemente se debió al suministro de fertilizante, específicamente de nitrógeno al sustrato, lo cual aceleró el proceso de descomposición de los materiales utilizados por los microorganismos.

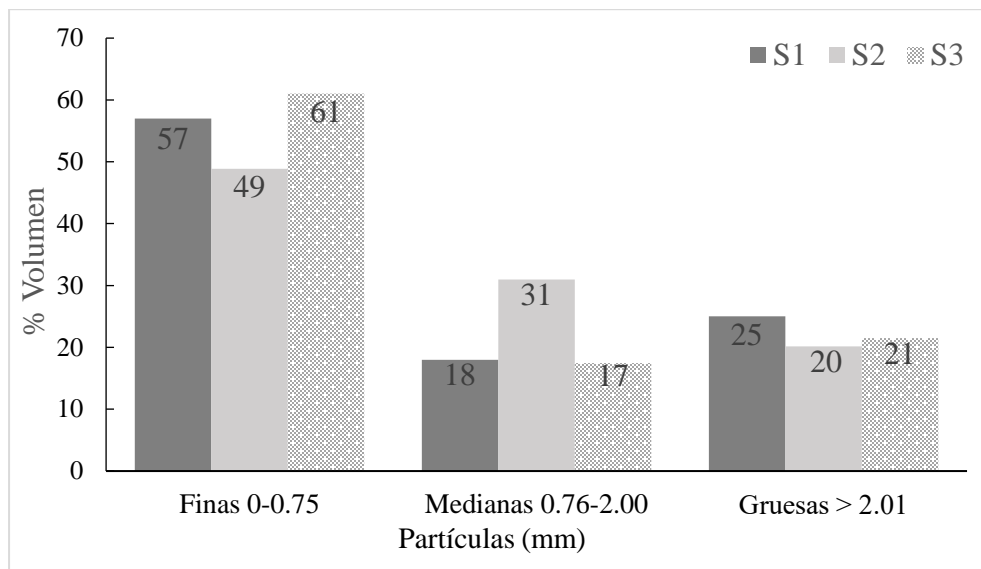


FIGURA 2. Proporción (%) del tamaño de las partículas en los sustratos evaluados: S1) turba de musgo, perlita y vermiculita; S2) corteza de pino, turba de musgo y aserrín de pino y S3) aserrín de pino, turba de musgo y corteza de pino; 3:1:1 (vol.) para cada uno de sus componentes.

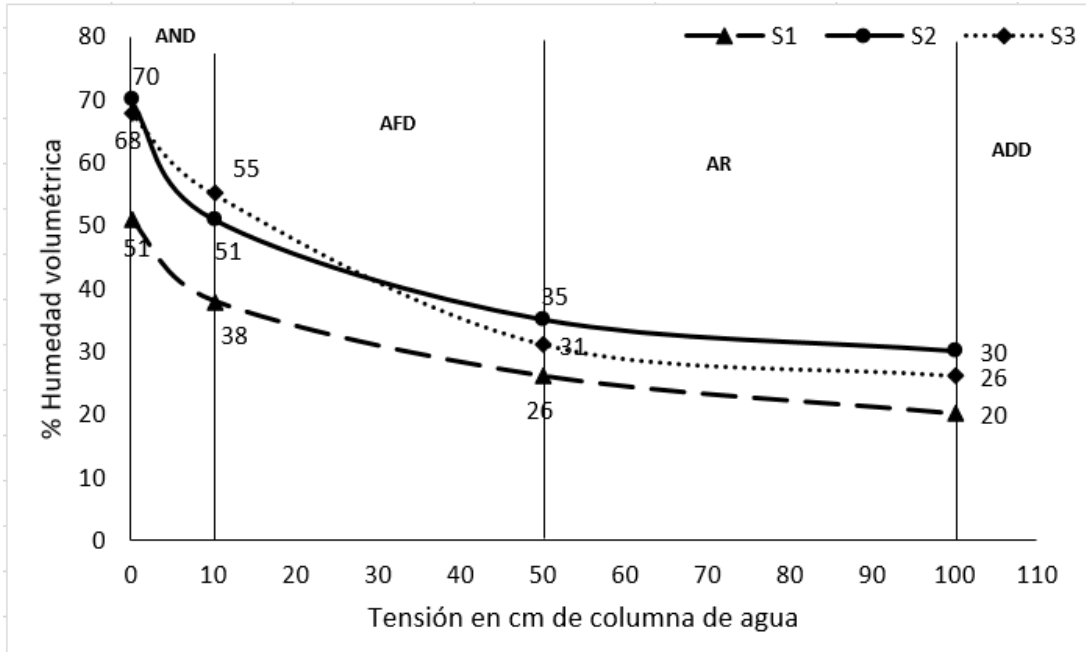


FIGURA 3. Curva de retención de agua para los sustratos analizados.

S1) turba de musgo, perlita y vermiculita; S2) corteza de pino, turba de musgo y aserrín de pino y S3) aserrín de pino, turba de musgo y corteza de pino; 3:1:1 (vol.) para cada uno de sus componentes. AND: Agua no disponible; AFD: Agua fácilmente disponible; AR: Agua de reserva; ADD: Agua difícilmente disponible.

TABLA 2. Valor inicial y final del pH y CE de los tres sustratos evaluados.

Sustrato	pH		CE (dS m <sup>-1</sup> )	
	Inicial	Final	Inicial	Final
S1	5.3	6.7	1.7	2.4
S2	4.8	6.3	1.2	1.7
S3	4.9	6.7	0.9	1.7

S1) turba de musgo, perlita y vermiculita; S2) corteza de pino, turba de musgo y aserrín de pino y S3) aserrín de pino, turba de musgo y corteza de pino; 3:1:1 (vol.) para cada uno de sus componentes.

TABLA 3. Valor inicial y final de Materia orgánica (MO), Carbono orgánico (CO), Nitrógeno (N) y relación carbono: nitrógeno (C/N), en los sustratos evaluados.

Sustrato	% MO		% CO		% N		C/N	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
S1	50	53	29	32	0.18	0.35	159	90
S2	85	78	50	46	0.09	0.29	537	161
S3	84	81	50	48	0.08	0.89	613	54

S1) turba de musgo, perlita y vermiculita; S2) corteza de pino, turba de musgo y aserrín de pino, y S3) aserrín de pino, turba de musgo y corteza de pino; 3:1:1 (vol.) para cada uno de sus componentes.

## DISCUSIÓN

### Propiedades físicas

#### Porosidad

De acuerdo con Cabrera (1999), los valores de porosidad mínimos que debe presentar un sustrato son 70% para porosidad total (PT); 10% para porosidad de aireación (PA) y 55% para porosidad de retención de agua (PRA). En este estudio, los valores iniciales y finales de los sustratos evaluados se encuentran dentro de los valores mínimos mencionados. Dichos resultados son similares a los registrados en otras caracterizaciones de sustratos con diferentes proporciones de corteza y aserrín, donde los valores para PT oscilan entre 69% y 91%, entre 8% y 34% para PA y entre 36% y 76% para PRA (Sánchez *et al.*, 2008; Hernández *et al.*, 2014; Aguilera *et al.*, 2016). En una mezcla de corteza y turba de musgo (80:20), los valores de PT (42.4%) y PRA (12.2%) son menores a los aquí encontrados (Prieto *et al.*, 2013), mientras que para un sustrato de aserrín 55%, respectivamente (Pineda *et al.*, 2012). González-



Orozco *et al.* (2018a) utilizaron sustrato de aserrín con las mismas proporciones que la presente investigación, sin embargo, los resultados que encontraron son menores a los aquí registrados, probablemente porque se utilizó aserrín de otras especies y granulometría diferente.

Los resultados de porosidad (PT, PA y PRA) en los sustratos después de ser utilizados en la producción de planta, se adjudican a la actividad microbiana presente en los sustratos, reduciendo el diámetro de las partículas, lo cual disminuye la porosidad de aireación y aumenta la de retención de agua. Se han publicado resultados similares para estas variables en turba de musgo (Allaire, Caron y Parent, 1999), corteza de pino (Jackson, Wright y Seiler, 2009) y aserrín de pino (Pineda *et al.*, 2012).

La similitud de resultados para porosidad entre las tres mezclas analizadas denota que las compuestas por corteza y aserrín (S2 y S3) pueden sustituir a la mezcla base (S1), utilizada en la producción de especies forestales.

### Granulometría

El tamaño de las partículas en cualquier mezcla utilizada está relacionado con la porosidad de retención de agua y de aireación, así las partículas finas presentan mayor capacidad para retener agua en relación con partículas de mayor tamaño. Contrastando los resultados, el sustrato compuesto por aserrín (S3), presenta mayor porcentaje de partículas finas que el compuesto por turba de musgo utilizado como mezcla base para la producción de planta.

Los materiales que presentan tamaño  $> 0.8$  mm se clasifican como materiales gruesos, y los que presentan tamaño  $< 0.5$  mm son materiales finos (Argo, 1998 y Bilderback, Warren, Owen y Albano, 2005). De acuerdo con esta clasificación, los sustratos evaluados presentan más de 50% de partículas finas. Cabrera (1995) menciona que el tamaño de partículas óptimo para un sustrato es de 0.5 mm a 4 mm. Pokorny (1979) recomienda, para sustratos compuestos por corteza de pino, de 70% a 80% de partículas gruesas (0.6 mm – 9.5 mm) y de 20% a 30% de materiales finos ( $< 0.6$  mm).

Conociendo el tamaño de las partículas en los sustratos, se pueden controlar ciertas características de los

materiales utilizados, como la porosidad de aireación y retención de humedad (Mathers, Lowe, Scagel, Struve y Case, 2007), como lo observaron Anicua *et al.* (2009) en perlita y zeolita. Cabe mencionar que la proporción del tamaño de las partículas depende de la cantidad de los materiales que se utilicen, provocando propiedades físicas diferentes.

### Curvas de retención de agua

Las curvas de retención de agua representan la cantidad de agua disponible para las plantas que puede proporcionar un sustrato a diferentes tensiones (Gabriel, Altland y Owen, 2009). De Boodt *et al.* (1974) mencionan que en las tensiones de 10 cm a 50 cm y de 50 cm a 100 cm de columna de agua se encuentran el agua fácilmente disponible (AFD) y el agua de reserva (AR), respectivamente.

Gutiérrez, Hernández, Ortiz, Anicua y Hernández (2011) realizaron curvas de retención de agua para materiales puros y mezclas de fibra de coco, piedra pómez y tezontle, y demostraron que la mezcla de material orgánico e inorgánico (75:25), presentan mayor retención incluso que la fibra de coco sola. Gabriel *et al.* (2009) mencionan que, la mezcla compuesta por corteza, turba de musgo y piedra pómez (40:30:30) presenta mejores valores en la curva que la compuesta por corteza al 100%, ya que la adición de turba de musgo y piedra pómez aumenta el agua disponible y la densidad aparente, respectivamente.

Las mezclas de sustratos alternativos utilizados en este trabajo son solo materiales orgánicos: corteza de pino, aserrín de pino y turba de musgo. El sustrato compuesto en mayor proporción por aserrín (60%), seguido de corteza y turba de musgo (20% de cada una de estas dos últimas), presentó mayor retención de agua a diferencia de S1 con 40% de materiales inorgánicos.

### Propiedades químicas

#### pH y CE

Landis *et al.* (1990) mencionan que los sustratos utilizados en la producción de planta deben presentar pH entre 5.5 y 6.5; los resultados iniciales obtenidos para el presente

trabajo están por debajo del intervalo mencionado. Sin embargo, se debe considerar que las muestras se analizaron sin el fertilizante de liberación controlada, que tal vez pudo haber elevado el pH inicial. En el caso de los resultados finales solo S2 se encuentra dentro de la categoría mencionada. A pesar de que para la toma de estos resultados se retiraron los gránulos de fertilizante, la adición de las sales del fertilizante al sustrato modificó el pH y la CE de las tres mezclas analizadas. Valores altos o bajos de pH afecta la cantidad de microorganismos benéficos y patógenos (Landis *et al.*, 1990; Haase *et al.*, 2016). Por otro lado, el intervalo de CE donde las plantas no presentan problemas de crecimiento es de 0.2 dS m<sup>-1</sup> a 2.5 dS m<sup>-1</sup> (Timmer y Parton, 1982). Los valores obtenidos tanto al inicio como al final se encuentran dentro de este intervalo.

Resultados de pH en mezclas con base en corteza y aserrín publicados por Hernández *et al.* (2014) van de 4.1 y 5.2; mientras que las mezclas analizadas por Sánchez *et al.* (2008) presentaron valores de 4.3 a 4.7. En relación con la CE, Hernández *et al.* (2014) y Sánchez *et al.* (2008) obtuvieron 1.26 - 3.98 y 1.84 - 2.69, respectivamente, donde los sustratos con mayor proporción de corteza presentaron los valores mayores. González-Orozco *et al.* (2018b) hallaron valores de pH 4.7 - 5 y CE de 0.1. Los resultados aquí encontrados probablemente fueron por las proporciones en los materiales utilizados, además de la incorporación previa de fertilizante de liberación controlada en los sustratos.

Buamscha *et al.* (2007) determinaron características físicas y químicas en corteza de pino, y encontraron que los valores de pH y CE disminuyen y aumentan respectivamente en el proceso de descomposición de la corteza. En el presente trabajo, datos de pH y CE aumentaron en los tres sustratos evaluados, lo que es resultado de la probable liberación de fertilizante y la acumulación de sales del agua de riego.

### **Relación Carbono/Nitrógeno**

Aguilera *et al.* (2016), para mezclas de turba de musgo y aserrín de pino compostado, hallaron valores de C/N de 130 y 261, respectivamente; en la presente investigación

para el sustrato de aserrín de pino, el resultado obtenido fue de 613, esto debido a que el material utilizado fue en fresco.

La corteza y el aserrín son materiales con menor tasa de descomposición por la cantidad de celulosa y lignina que presentan. Los valores obtenidos por Mathers *et al.* (2007) para C/N fueron 1000:1 para aserrín, 300:1 para corteza de pino y 58:1 para turba de musgo. Cabe mencionar que dichos valores son para materiales puros, sin mezclar, por lo que el valor en el caso de aserrín es alto. En la presente investigación, el valor en la mezcla de aserrín es menor debido a que se utilizaron otros materiales.

Los resultados finales en la relación C/N se deben, principalmente, a la disminución de carbono orgánico y aumento de nitrógeno, lo que está asociado a la actividad microbiana desarrollada, comportamiento que encontraron Varnero, Quiroz y Álvarez, (2010) en astillas de álamo, eucalipto y paja de trigo.

## **CONCLUSIONES**

Los sustratos con base en corteza compostada y aserrín fresco de pino presentaron características físicas y químicas adecuadas para ser utilizados en producción de planta y sustituir a la mezcla compuesta por turba de musgo, perlita y vermiculita, que son materiales de extracción e importados.

Características como porosidad de aireación y de retención de agua, pH, conductividad eléctrica de los sustratos alternativos S2 y S3 se encuentran dentro de los intervalos que la literatura menciona convenientes para ser utilizados para la producción de planta, además dichas características son muy similares a las obtenidas en la mezcla base donde se utiliza turba de musgo

## **REFERENCIAS**

- Aguilera R., M., Aldrete, A., Martínez T., T., & Ordaz C., V. M. (2016). Producción de *Pinus montezumae* Lamb. con diferentes sustratos y fertilizantes de liberación controlada. *Agrociencia*, 50(1), 107-118.
- Allaire L., S. E., Caron, J., & Parent, L. E. (1999). Changes in physical properties of peat substrates during plant growth. *Canadian Journal of Soil Science*, 79(1), 137-139. doi: 10.4141/S98-060





- Anicua S., R., Gutiérrez C., M. C., Sánchez G., P., Ortiz S., C., Volke H., V. H., & Rubiños P., J. E. (2009). Tamaño de partícula y relación micromorfológica en propiedades físicas de perlita y zeolita. *Agricultura Técnica en México*, 35(2), 147-156.
- Argo, W. R. (1998). Root medium physical properties. *HortTechnology*, 8(4), 481-485. doi: 10.21273/HORTTECH.8.4.481
- Arrieta, V. & Terés, V. (1993). Caracterización física y química, y manejo agronómico de la corteza de pino (*Pinus radiata*) como sustrato de cultivo. En Congreso Forestal Español. (227 -232). Ponencias y comunicaciones, Tomo II. Lourizán, Galicia, España.
- Bilderback, T. E., Warren, S. L., Owen, J. S. Jr., & Albano, J. P. (2005). Healthy substrates need physicals too. *HortTechnology*, 15(4), 747-751. doi: 10.21273/HORTTECH.15.4.0747
- Bunt, A. C. (1988). Media and mixes for container-grown plants. Great Britain. Unwin Hyman doi: 10.1007/978-94-011-7904-1
- Buamscha, M. G., Altland, J. E., Sullivan, D. M., Horneck, D. A., & Cassidy, J. (2007). Chemical and physical properties of Douglas fir bark relevant to the production of container plants. *HortScience*, 42(5), 1281-1286. doi: 10.21273/HORTSCI.42.5.1281
- Cabrera I., R. (1995). Fundamentals of container media management: Part I. Physical properties. *Rutgers Cooperative Extension Factsheet*. 4 p. Recuperado de <https://njaes.rutgers.edu/fs812/>
- Cabrera I., R. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5(1), 5-11. doi: 10.5154/r.rchsh.1998.03.025
- De Boodt, M., Verdonck, O., & Cappaert, I. (1974). Method for measuring the water release curve of organic substrates. *Acta Horticulturae*, 37, 2054-2062. doi:0.17660/ActaHortic.1974.37.20
- Gabriel, M. Z., Altland, J. A., & Owen, J. S. (2009). The effect of physical and hydraulic properties of peat moss and pumice on Douglas fir bark based soilless substrates. *HortScience*, 44(3), 874-878. doi: 10.21273/HORTSCI.44.3.874
- González-Orozco, M. M., Prieto-Ruíz, J. A., Aldrete, A., Hernández-Díaz, J. C., Chávez-Simental, J. A., & Rodríguez-Laguna, R. (2018a). Nursery production of *Pinus engelmannii* Carr. with substrates based on fresh sawdust. *Forest*, 9(11), 1-15. doi: 10.3390/f9110678
- González-Orozco, M. M., Prieto-Ruíz, J. A., Aldrete, A., Hernández-Díaz, J. C., Chávez-Simental, J. A., & Rodríguez-Laguna, R. (2018b). Sustratos a base de aserrín crudo con fertilización y la calidad de planta de *Pinus cooperi* Blanco en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(48), 203-225. doi: 10.29298/rmcf.v8i48.125
- Gutiérrez C., M. C., Hernández E., J., Ortiz S., C. A., Anicua S., R., & Hernández L., M. E. (2011). Relación porosidad-retención de humedad en mezclas de sustratos y su efecto sobre variables respuesta en plántula de lechuga. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(3), 183-196.
- Haase, D. L., Dumroese, R. K., Wilkinson, K. M., & Landis, T. D. (2016). Tropical nursery concepts and practices. *Tropical Forestry Handbook*. 1005 - 1041. doi: 10.1007/978-3-642-54601-3\_142
- Hernández Z., L., Aldrete, A., Ordaz C., V. M., López U., J., & López L., M. A. (2014). Crecimiento de *Pinus montezumae* Lamb. en vivero influenciado por diferentes mezclas de sustratos. *Agrociencia*, 48(6), 627-637.
- Jackson, B. E., Wright, R. D., & Seiler, J. R. (2009). Changes in chemical and physical properties of pine tree substrate and pine bark during long-term nursery crop production. *HortScience*, 44(3), 791-799. doi:10.21273/HORTSCI.44.3.791
- Landis, T. D. (1990). Containers: Types and Functions. En T. D. Landis, R. W. Tinus, S. E. McDonald & J. P. Barnett (Eds.). *The Container Tree Nursery Manual*. 2. *Agric. Handbook*. (pp. 1-40). Washington, DC: USDA, Forest Service.
- Mateo S., J. J., Bonifacio V., R., Pérez R., S. R., Mohedano C., L., & Capulín G., J. (2011). Producción de *Cedrela odorata* L. en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Técpán de Galeana, Guerrero, México. *Ra Ximhai*, 7, 123-132.
- Mathers, H. M., Lowe, S. B., Scagel, C., Struve, D. K., & Case, L. T. (2007). Abiotic factors influencing root growth of woody nursery plants in containers. *HortTechnology*, 17(2), 151:162. doi: 10.21273/HORTTECH.17.2.151
- Miller, J. H. & Jones, N. (1995). *Organic and compost-based growing media for tree seedling nurseries*. Forestry Series. World Bank technical paper. United States.
- Pineda P., J., Sánchez C., F., Ramírez A., A., Castillo G., A. M., Valdés A., L. A., & Moreno P., E. C. (2012). Aserrín de pino como sustrato hidropónico. I: Variación en características físicas durante cinco ciclos de cultivo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18(1), 95-111.
- Pokorny, F. A. (1979). Pine bark container media: an overview. *International Plant Propagators Society Combined Proceedings*, 29, 484-495.

Prieto R., J. A., Rosales M., S., Sigala R., J. A., Madrid A., R. E., & Mejía B., J. M. (2013). Producción de *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) con diferentes mezclas de sustratos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(20), 50-57. doi: 10.29298/rmcf.v4i20.369

Quiroz M., I., García R., E., González O., M., Chung G., P., & Soto G., H. (2009). *Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta*. Concepción, Chile.

Reyes R., J., Aldrete, A., Cetina A., V. M., & López U., J. (2005). Producción de plántulas de *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis* en sustratos a base de aserrín. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 11(2), 105-110.

Sánchez C., T., Aldrete, A., Cetina A., V. M., & López U., J. (2008). Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín. *Madera y Bosques*, 14(2), 41-49. doi: 10.21829/myb.2008.1421211

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat]. Norma Oficial Mexicana. NOM-021-SEMARNAT-2000.

Timmer, V. R. & Parton, W. J. (1982). Monitoring nutrient status of containerized seedlings. En *Proceedings, Ontario Ministry of*

*Natural Resources Nurseryman's Meeting. Ministry of Natural Resources* (pp. 48-58). Thunder Bay, Ontario.

Varnero, M. T., Quiroz, M. S., & Álvarez, C. H. (2010). Utilización de residuos forestales lignocelulósicos para producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). *Información Tecnológica*, 21(2), 13-20. doi: 10.1612/inf.tecnol.4154it.09

Manuscrito recibido el 16 de febrero de 2017

Aceptado el 18 de enero de 2019

Publicado el 16 de octubre de 2019

Este documento se debe citar como:

Castro G., S. L., Aldrete, A., López U., J., & Ordaz C., V. M. (2019). Caracterización física y química de sustratos con base en corteza y aserrín de pino. *Madera y Bosques*, 25(2), e2521520. doi: 10.21829/myb/2019.2521520



Madera y Bosques por Instituto de Ecología, A.C. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.