

Utilización de desperdicios de la industria primaria de la madera para producción de planta en vivero.

Use of primary industry wood waste for nursery plant production.

Mateo Sánchez, José Justo^a, Suarez Islas Alfonso^a, Capulín Grande Juan^a, Pacheco Trejo Jaime^a, González de la Rosa Luis^{a*}, Reyes Santamaría Ma Isabel^a

Abstract:

In the production of forest seedlings in a nursery, the substrate is great important. Currently it is recommended to use a mixture of peatmoss, perlite, and vermiculite. However, the price of this substrate is high. Therefore, it is important to find cheaper and more efficient alternatives. In this sense, the present work, the use of raw sawdust as a substrate to produce plants in the nursery was evaluated. Although in more than ninety percent of the available literature it is reported as toxic or substances containing that limit the growth of plants in their different growth stages. In addition, the results of twenty-five years of experience are presented, using raw sawdust as a substrate. Also, a proposal for homologation between sawdust and soil classification is presented, using the particle size that divides them as a variable. Based on the texture, sawdust is an alternative for using 100% sawdust, that is, only sawdust to produce quality plants, with high field survival, which is what is sought, in the different types of forest plantations.

Keywords:

Alternative substrates, sawdust, extended-release fertilizer

Resumen:

En la producción de plántula forestal en vivero, el sustrato es de gran importancia. Actualmente se recomienda utilizar una mezcla de peatmoss, perlita y vermiculita. Sin embargo, el precio de este sustrato es elevado. Por lo anterior, es importante encontrar alternativas más baratas y eficientes. En este sentido, en el presente trabajo se evaluó el uso de aserrín crudo como sustrato para la producción de planta en vivero. Aunque en más del noventa por ciento de la literatura disponible se reporta como tóxico o que contiene, sustancias que limitan el crecimiento de las plantas en sus diferentes etapas de crecimiento. Además, se presentan los resultados de veinticinco años de experiencia, usando aserrín crudo como sustrato. También, se presenta una propuesta de homologación entre el aserrín y la clasificación de los suelos utilizando como variable el tamaño de partícula que los divide. Basado en la textura, el aserrín es una alternativa por utilizar aserrín al 100%, es decir únicamente aserrín para producir planta de calidad, con alta sobrevivencia en campo, que es lo que se busca, en los diferentes tipos de plantaciones forestales.

Palabras Clave:

Sustratos alternativos, aserrín, fertilizante de liberación prolongado

Introducción

Los desperdicios de la industria primaria de la madera son los residuos que quedan disponibles después de elaborar los productos principales y sus

subproductos y en primera instancia están en función de la especie y propiedades de la madera transformada, dependen también del tipo de productos elaborados en este proceso (Ortiz, Tejada y Vázquez, 2004). La industria primaria se

^aUniversidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mateo Sánchez, José Justo, <https://orcid.org/0000-0001-7091-958X>, Email: jose_mateo5605@uaeh.edu.mx; Suarez Islas Alfonso, <https://orcid.org/0000-0002-3315-321X>, Email: alfonso_suarez5294@uaeh.edu.mx; Capulín Grande Juan, <https://orcid.org/0000-0002-4161-2105>, Email: juan_capulin3562@uaeh.edu.mx; Pacheco Trejo Jaime, <https://orcid.org/0000-0001-7060-4959>, Email: jaimo_pacheco@uaeh.edu.mx; González de la Rosa Luis, <https://orcid.org/0000-0003-4461-7849>, Email: luis_gdelarosa@uaeh.edu.mx; Reyes Santamaría Ma Isabel, <https://orcid.org/0000-0002-7370-1276>, Email: maisabel_reyes5598@uaeh.edu.mx

*Autor de Correspondencia: Email: luis_gdelarosa@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción: 08/04/2022, Fecha de aceptación: 16/10/2022, Fecha de publicación: 15/05/2023

DOI: <https://doi.org/10.29057/icap.v9iEspecial.8977>

compone principalmente de aserraderos y fábricas de empaque industrial como tarimas, cajas y huacales, además de talleres de empaque agrícola y tarimas de construcción. En todos ellos los desperdicios comunes son: costera, recortes y tiras que por estar constituidos mayoritariamente por madera maciza no tienen problemas de uso, dado que en todos los casos por tratarse de madera aunque de dimensiones medianas y pequeñas tienen un alto contenido calorífico por lo que no tienen ningún problema en transformarse sin ningún proceso en material combustible con fines dendroenergéticos, que en las poblaciones rurales es muy común, sobre todo en las muy alejadas de los caminos principales, donde el solo acceso dificulta abastecerse de gas butano, para uso doméstico (Ortiz, Tejada y Vázquez, 2004).

Por lo anteriormente expuesto, el presente escrito se enfocará, es en los materiales que por su naturaleza no se les ha encontrado uso por las cantidades en que se producen en todas las regiones forestales y en la mayoría de los casos se acumulan dentro de la misma industria (Mateo, 2016). Hasta el momento en que ocasionan problemas de espacio son retirados y tirados en las cercanías de la industria, y casi siempre sin permiso del propietario, llegando a constituir verdaderos cerros de aserrín o corteza que por su propia naturaleza impiden el crecimiento de especies vegetales, y se convierten casi siempre en puntos de contaminación por los lixiviados que escurren a los mantos freáticos (Ayessa *et al.*, 2010). Considerando las dimensiones de estos tiraderos, y por su naturaleza no son espacios que permitan el establecimiento de fauna, por ser lugares con poca consistencia estructural, en algunos casos se convierten en pantanos de difícil tránsito, y cuando se queman es muy difícil controlar el incendio en aserrín, llegando en algunos casos a arder durante periodos mayores de un mes, desprendiendo humo denso y molesto para los humanos, ganado doméstico y fauna silvestre. Por lo que el uso del aserrín crudo se convierte en una actividad prioritaria en favor del cuidado del medio ambiente, el uso que se propone es como sustrato para producción de planta en vivero.

Producción anual de aserrín en México

Los materiales a los que se refiere en este escrito por su orden de abundancia son: aserrín, viruta, corteza, y polvo de lijado. El primero es el más abundante y dado que en la República Mexicana, en promedio se destinan 6 millones de metros cúbicos de madera al aserrío, y al constituir el aserrín entre el 12 y 14% del volumen aserrado, de forma anual se acumulan, 780,000 metros cúbicos, en los tiraderos clandestinos que se encuentran cerca del aserradero o industria que los genera, (Lesme y Roca 2001).

Coefficiente de aserrío

A nivel nacional se acepta que el coeficiente de aserrío de los aserraderos y talleres que procesan productos secundarios del bosque, es del 50% y este mismo porcentaje se aplica de forma directa cuando una empresa de este tipo se incorpora a la producción o no tiene establecido su propio coeficiente de aserrío, lo anterior sugiere, que la mitad del volumen que ingresa a estas industrias se convierte en desperdicio y solo la mitad de lo que ingresa es transformado en un producto que se comercializa y se convierte en un ingreso, el resto lo constituye el desperdicio que está formado por piezas grandes como la costera, desorille, y recorte, además del aserrín que se genera durante todo el proceso de dimensionado de la madera (Lesme y Roca 2001, Ortiz, Tejada y Vázquez, 2004).

En una situación ideal de recuperación de desperdicios del procesos de aserrío, a las costeras se le somete a un proceso de asierre y dimensionado y se obtienen de ellas tablas, tabletas, cuadrado para palo de escoba, piezas para armar tarimas de construcción, madera habilitada para cascos para salas y en tutores para cultivos agrícolas, los recortes y desperdicios finales de este segundo proceso, poseen un coeficiente calorífico significativo, por lo que se vende a un precio de recuperación muy bajo como leña combustible (Ayessa *et al.*, 2010).

El desperdicio final del proceso de aserrío y en el mejor de los casos del proceso de recuperación de costeras y recortes es el aserrín, que constituye entre el 12 y 14% del proceso de aserrío y si se

recurre a la recuperación como el descrito, el porcentaje de aserrín puede llegar hasta el 20%.

Producción de planta forestal en México

Por otra parte, se estima que la producción media anual histórica de planta forestal en vivero en nuestro país ha sido del orden de 300 millones, de la cual el mayor porcentaje (80%) se produce en el sistema tecnificado, el cual recomienda como parte del paquete tecnológico utilizado en la producción de esta planta, el uso de sustratos importados como la turba (peatmoss), agrolita, perlita y vermiculita. El costo del metro cúbico de la mezcla de este sustrato es de aproximadamente 200 dólares, por lo que, al utilizar el aserrín como sustrato alternativo, lo cual es posible hasta en un 100%, de acuerdo con estudios hechos en al menos seis especies de la familia pinácea, es decir sustituir totalmente la turba por aserrín crudo. El ahorro permitiría reducir los costos de la planta producida hasta en un 30%, considerando que es el costo que representa el uso de estos sustratos importados, en la producción de planta, es de este orden.

Maquinaria utilizada en el aserrío de madera

Para aserrar la madera en rollo, se utilizan dos herramientas de corte: la sierra cinta y la sierra circular, la primera es una sierra sin fin que gira a una gran velocidad entre dos volantes metálicos, uno de ellos, a través de una flecha recibe el impulso de un motor que la hace girar a gran velocidad, el otro volante es de giro libre y es impulsado por la sierra cinta que une los dos volantes. Esta sierra cinta es de diversos calibres que están directamente relacionados con el ancho de la sierra y dependiendo del ancho de ella es el nombre que recibe por ejemplo sierra de 3", 4", 5" hasta 16". Siendo más frecuentes en el país las sierras inferiores a 8". Lo anterior reviste gran importancia, porque esta característica determina el calibre o grueso de la sierra y esta a su vez el tamaño de partícula del desperdicio que se genera, a este material se le llama aserrín.

Por su parte la sierra circular como su nombre lo indica, es de esta forma y está constituida por acero de muy alta calidad, y que al igual que la sierra cinta

gira a una gran velocidad, teniendo como punto de apoyo una flecha que le transmite movimiento mediante bandas generalmente en "V". El grosor de esta sierra es tal, que el desperdicio que produce que también es aserrín, sea de un tamaño de partícula mayor al producido por la sierra cinta, y es el causante de que no todos los aserrines sean apropiados para la producción de planta en vivero. Esta característica del alto porcentaje de aserrín producido ha determinado que las autoridades de la actividad forestal prohíban el uso de estas sierras para el corte tangencial de la madera en rollo, por lo que este tipo de sierras se ocupan de forma principal en los cortes transversales, es decir para dar el largo a la pieza en proceso de aserrío, durante el dimensionado de la madera, para cuya actividad, las sierras circulares son muy eficientes.

Para el dimensionado de la madera escuadrada en piezas más pequeñas que de forma general recibe el nombre de tableta, y que se utiliza para la elaboración de empaque industrial, tarima, huacales, cajas y otros productos, se utilizan para su corte también, sierras cintas que son de menor calibre, que en el caso del corte de la madera escuadrada, utilizan un ancho de sierra menor, con medidas de 1" 1 1/2", 2" y 2 1/2", y como es de esperar, el tamaño de la partícula de su desperdicio el aserrín, es significativamente más pequeño, que en anchos de sierra mayores y por lo tanto tampoco se recomienda para la producción de planta en vivero por la razón de que su capacidad de retención de agua es muy alto y puede provocar ahogamiento de las raíces de las plantas que se produzcan en vivero en este tipo de aserrín.

Como se menciona en los párrafos anteriores, el aserrín que proviene de las sierras circulares tiene un tamaño de partícula muy grande que le confiere al sustrato en caso de decidir utilizarlo una gran capacidad de aireación, pero carece de partículas pequeñas que le confieran capacidad de retención de agua (Mateo, 2005). De la misma forma las sierras cintas que se utilizan para el re-aserrío de la madera dimensionada, son sierras cintas con anchos menores a 2 1/2", que como también se mencionó, tiene un exceso de partículas pequeñas que le confieren alta capacidad de retención de agua, pero carecen de partícula grande que le permita contar con aireación (Mateo, 2016). Por lo

anterior, lo que se propone es que cuando se cuente con estos dos tipos aserrines en cantidades altas, es posible, mezclarlas en partes iguales y obtener de esta forma alta capacidad de retención de agua y al mismo tiempo alta capacidad de aireación, con lo que se pueden aprovechar ambos tipos de aserrines con buen éxito, ya que el aserrín mezclado tendrá ambas características necesarias en un buen sustrato, es decir, alta capacidad de retención de agua y alta capacidad de aireación, convirtiendo a esta mezcla de aserrín en sustrato ideal para la producción de planta en vivero (Mateo, 2016).

Porque utilizar aserrín crudo

Durante la década de 1990, cuando se inició con la implementación de paquetes tecnológicos que recomendaban la utilización de sustratos importados como turba (peatmoss), surgió el inconveniente de su alto precio (200 dólares por metro cubico), considerando que procede del norte de Europa o Canadá, lo que propicio el inicio de la investigación con sustratos alternativos, como el aserrín. En un principio, teniendo como base, que el aserrín contenía sustancias toxicas, que limitaban el crecimiento de las plantas, se inició con algo seguro, que era el composteo del aserrín durante un tiempo mínimo de seis meses, lo que, sin duda, era posible, pero con un costo alto que limitaba su uso.

En la primera etapa de investigación se utilizó aserrín crudo y se evaluó el porcentaje de aserrín toxico para el crecimiento de las plantas, se encontró que la toxicidad del aserrín era un mito sin fundamento, dado que en todos los porcentajes de utilización de aserrín crudo como sustrato, la planta se desarrollaba sin ninguna dificultad y únicamente resultó, que a medida que la cantidad de aserrín aumentaba el crecimiento de la planta decrecía, lo que en realidad no representaba ningún inconveniente, dado que este retraso en el crecimiento se corrigió aumentando la dosis de fertilización, lo cual resulta totalmente explicable considerando que la relación carbono/nitrógeno era superior a 400, lo que tiene como consecuencia que el aserrín retenga el nitrógeno presente y no lo deje disponible para la planta.

Por lo anterior, una vez que se comprobó después de veinticinco años de producción continua en diferentes viveros de la Sierra Norte de Puebla y diferentes partes de la república a donde han invitado a participar a que esto escribe, además de investigación en diferentes instituciones, de que el aserrín es un sustrato totalmente confiable para el crecimiento de las plantas, ya no se tiene ninguna duda y el composteo de aserrín fue superado y solo lo llegan a hacer algunos viveristas para los que este proceso les ha dado resultados positivos como que el aserrín procede de la crianza de animales domésticos en confinamiento,

Producción del desperdicio denominado viruta

Para el tallado, redondeado, cepillado y torneado de la madera se utiliza una herramienta de corte denominada cuchilla, que se encuentra en máquinas tales como el torno para madera, bastoneras, cepillos, canteadoras y moldeadoras, en este caso el desperdicio de este proceso es la viruta que se produce durante el torneado, cepillado, canteado, y moldurado (Lesme y Roca 2001). La viruta se caracteriza por ser una tira delgada, y larga de madera, de anchos diferentes que tienden a enrollarse cuando el largo lo permite y cuando esto no sucede adquiere la forma de una hojuela. Por lo anterior las características, propiedades y usos del aserrín y la viruta son muy diferentes, (Concepción, *et al.*, 2016). En general las virutas no son apropiadas para la producción de planta en vivero, por su baja capacidad de retención de agua originada por sus grandes dimensiones. Sin embargo, existen plantas como algunas orquídeas capaces de tomar agua de la humedad relativa del medio ambiente, para las cuales si se recomienda utilizar como sustrato y medio de crecimiento a la viruta (Lesme y Roca 2001).

La viruta es un desperdicio muy frecuente en fábricas de muebles, fábricas de empaque industrial, madererías, fábricas de palos de escoba y cortineros, talleres de molduras, produciendo enormes cantidades, que constituyen con el transcurso del tiempo grandes aglomeraciones y afectan el área útil de estos establecimientos que tienen que invertir en su desalojo, arrojándolos a

terrenos baldíos en donde constituyen fuentes de contaminación, en deterioro del medio ambiente. Sin embargo, la viruta en su momento fue el material ideal que se utilizó para la elaboración de paquetes con envoltura de papel periódico, que de forma comercial se les conoció como combustible y se utilizó para el calentamiento de boiler de leña, de donde se deduce que el uso ideal de la viruta es como material combustible (Mateo, 2016).

Producción de polvo de madera

Durante la fase final del acabado de la madera, con la finalidad de lograr tersura, y resaltar el veteado de la madera se utilizan lijas para madera que se emplean de forma manual para el lijado manual o mecánico de muebles o en lijadoras automáticas de diferentes tipos, para la elaboración de muebles, puertas y ventanas de madera, entre otros usos y en este caso, el tamaño de la partícula, a la que se denomina polvo de madera, es tal que permite la formación de lodos de madera, que no tienen utilidad como sustrato para el crecimiento de plantas. Un uso alternativo del polvo de madera es como componente de aislantes eléctricos, que se ha hecho desde tiempos antiguos y dada su eficiencia en este tipo de materiales es que son muy comunes en la industria eléctrica, inclusive con un valor de recuperación aceptable que justifica su almacenamiento y posterior venta, sobre todo el polvo que resulta del lijado de los tableros aglomerados y los tableros de partículas (Lesme y Roca 2001).

Porque el aserrín puede ser un buen sustrato

La clasificación de suelos más conocida es la que divide a los suelos en arenosos, limosos y arcillosos, esta división está dada por el tamaño de las partículas que lo constituyen y es de fácil comprensión y aplicación en los cursos básicos de edafología o en las prácticas de campo o demostraciones, que se hacen con este fin.

Esta clasificación se basa en que las partículas que predominan en un suelo lo hacen de forma mayoritaria, es decir que, en los suelos arenosos, las partículas grandes predominan y se distinguen a simple vista, en tanto que en los suelos arcillosos,

las partículas son muy pequeñas, no son visibles a simple vista y sin mayor dificultad, pueden formar soluciones cuando se ponen en contacto con el agua y esta es una de las técnicas que se utilizan para enriquecer materiales que se obtienen de las minas de minerales no metálicos, a través de la reducción o eliminación de la cantidad de arcilla, de materiales de materias primas industriales como los feldespatos o el caolín.

Esta clasificación por textura que se aplica para todos los tipos de suelo, sin importar su composición química, ni su origen, su única variable es el tamaño de partícula y con esta única característica es suficiente para conferirle al suelo propiedades importantes, como la capacidad de retención de agua. Esta propiedad por sí misma es determinante para el crecimiento de las plantas, (Ortiz, Tejada y Vázquez, 2004).

Los porcentajes de arena, limo y arcilla determinan, una gran variedad de suelos. Los mejores suelos son aquellos que poseen un equilibrio entre estos tres componentes, es decir que contienen los tres tamaños de partículas. Las partículas pequeñas le confieren al suelo, capacidad de retener agua, que después es aprovechada por la planta, en tanto que la arena, le da capacidad de aireación, también esencial para el crecimiento de plantas.

La textura del suelo y su aplicación en el uso de sustratos.

La textura del suelo (Tabla 1) se expresa por los nombres de las clases que se encuentran en el triángulo de texturas, los nombres de las clases de suelos básicamente consisten en los términos: arena, limo, arcilla y migajón o franco, usados ya sea como nombres o adjetivos o ambos. Como una aplicación práctica para obtener la denominación de la clase de textura se dan las siguientes cifras de lo esperado arena, limo y arcilla: Limo, todas las partículas cuyo tamaño varía de 0,002 a 0,05 mm; Arcilla, todas las partículas de menos de 0,002 mm. en resumen: arcilla: < 0.002 mm, arena: 0.05-2 mm, limo: 0.002-0.05 mm

Tabla 1. Textura del Suelo.

ARENA	LIMO	ARCILLA	CLASE DE TEXTURA
90%	5%	5%	arena
80%	10%	10%	areno francos a

60%	30%	10%	franco arenoso
40%	40%	20%	franca
20%	60%	20%	franco limoso
5%	90%	5%	limo
10%	60%	30%	franco arcillo limosa
30%	30%	40%	franco arcilloso
60%	10%	30%	franco arcillo arenosa
50%	10%	40%	arcillo arenosa
10%	40%	50%	arcillo limosa
20%	20%	60%	arcilla

Textura del suelo aplicado a sustratos

La tabla anterior relativa a la textura de suelos indica la importancia que tiene el tamaño de las partículas en las características y propiedades de los suelos, ya que cada clase de textura indica por sí mismo las propiedades que se espera, puede proporcionar el tipo de suelo en el cultivo que sobre él se desarrolla y determina la factibilidad o no del crecimiento de las especies que se tienen contemplado producir en ese suelo en particular. Además de que esta tabla de texturas indica también el manejo o prácticas culturales más adecuadas por aplicar según la disponibilidad de agua con que se cuenta para el cultivo de las especies seleccionadas, (Garzón, G., Montenegro, E., & López, F., 2005). Lo anterior sugiere que la proporción de partículas de arena limo o arcilla o la proporción en que cada una de ellas se encuentre es trascendental para el éxito en el establecimiento, crecimiento y producción del cultivo de interés. Porque una vez fijada esta proporción con la aplicación de la determinación de la tabla de texturas, únicamente queda sacarle el mejor provecho a esa proporción de tamaños de partícula, Reyes-Reyes, J., y Aldrete, A., y Cetina-Alcalá, VM, y López-Upton, J. (2005).

Aplicando este mismo principio de que la proporción de los tamaños de partículas determina las características de un suelo, la proporción de tamaños de partículas en un sustrato determina la factibilidad de poder usarlo o no como un sustrato para la producción de planta en contenedor, utilizando el sustrato de las características deseadas para el buen desarrollo de la planta, considerando que las partículas pequeñas menores

a 0.25 mm le proporcionan capacidad de retención de agua y de que las partículas mayores a 0.50 mm le confieren al sustrato capacidad de aireación y como estas son las dos propiedades físicas que más influyen en el crecimiento de la planta en contenedor (Mateo, 2016). Lo anterior sugiere, que, con la combinación recomendada, de esta proporción de tamaños de partículas, la planta no tendrá ningún problema en desarrollarse en ese sustrato y hasta podría diseñarse el sustrato ideal que contenga al mismo tiempo, la mayor capacidad de retención de agua recomendada y de igual forma la mayor capacidad de aireación que se recomienda para el crecimiento de planta en contenedor (Aguilera *et al.*, 2016; Castro *et al.*, 2010).

Diseñando sustratos de aserrín

Por lo anteriormente expuesto, el aserrín es un material que se presta para la selección de los tamaños y proporciones de partículas en el sustrato (Mateo, 2016). Este proceso físico es fácil en su aplicación, considerando que existen en venta en el mercado mallas para cernir con tamaños de apertura de dimensiones conocidas como: 30X30, 50X50, 80X80 y 100X 100, el uso de estas mallas permite separar los tamaños de partículas presentes en rangos conocidos, o bien fijando una medida de malla y al cernir el tamaño de partícula, se sabrá que si son de la medida establecida hacia abajo, por lo que utilizando estas cuatro mallas obtendremos cuatro sustratos con características diferentes en cuanto a capacidad de retención de agua y capacidad de aireación.

La otra posibilidad, es que con esta técnica es posible diseñar un sustrato que tenga la máxima capacidad de retención de agua recomendada y al mismo tiempo la mejor capacidad recomendada de aireación en manuales y libros especializados en la producción de planta en vivero (Mateo, 2016).

Conclusiones

Los sustratos que se utilizan para el crecimiento de planta en vivero presentan características físicas y químicas que determinan la conveniencia o no de ser útiles para el desarrollo de las plantas, las características químicas son susceptibles de

modificarse durante el desarrollo de la planta, no sucede lo mismo con las propiedades físicas de los sustratos, dado que una vez seleccionado, ya no se pueden modificar (Mateo, 2016). Sin duda el tamaño de las partículas que forman el sustrato es el que más influye en las características físicas, por lo anterior, cualquier sustrato al que se le modifique el tamaño de partícula, estará mejorando para bien del sustrato, sus características físicas, y por tanto podrá ser un mejor sustrato que permita el crecimiento de una planta de calidad (Garzón, G., Montenegro, E., & López, F., 2005). El aserrín, es un desecho producto del desperdicio de la industria maderera, que presenta una amplia variedad de tamaños de partículas, que al ser manipuladas mediante mallas de cernir, permiten obtener sustratos con la máxima cantidad de retención de agua recomendada por los manuales de producción de planta en vivero y al mismo tiempo presentar la mayor capacidad de aireación, con la combinación de estas dos características se puede contar con un sustrato de la mayor calidad, que además tiene el menor precio de mercado, por proceder de un desperdicio industrial, además de que el proceso para lograrlo, tiene un valor insignificante, y que además de forma regular se hace cuando se emplea aserrín, porque es frecuente que se tamice para separar partículas muy grandes, como para formar parte del sustrato, y nos estamos refiriendo a fracciones de madera y corteza que invariablemente acompañan al aserrín que resulta del proceso de aserrío (Mateo, 2005). Además de que el uso del aserrín como sustrato, impide que este forme grandes pilas en las cercanías de los aserraderos y que pueden contaminar los mantos freáticos, por la cantidad que acumulan estos tiraderos de aserrín, que además son focos potenciales de incendios forestales, sin mencionar que al contener partículas pequeñas de bajo peso se incorporan a la atmosfera, constituyendo otra fuente de contaminación, además de que sobre los grandes montones de aserrín no se desarrolla ningún tipo de vegetación ni fauna silvestre por ser demasiado inestables y contener muchas partículas volátiles sobre ella, que resulta molesto estar sobre estos montones de aserrín, por lo que son muchos los beneficios y los inconvenientes no existen o son mínimos. Los otros desperdicios de la industria maderera son la corteza y la viruta, que por ser

reducidas las cantidades producidas y tener usos alternativos comprobados, no constituyen problemas de contaminación en el corto y mediano plazo. La única limitante del aserrín es la relativa a su alta relación carbono nitrógeno, que le confiere la característica de retención de nitrógeno, lo cual puede remediarse con altas dosis de fertilización, que se aplica durante el desarrollo de la planta en vivero (Concepción, *et al* 2016; Oliet, *et al*, 1999; González Orozco, *et al*, 2018) y (Oliet, J., M. L. Segura, F. M. Domínguez, E. Blanco, R. Serrada, M. López A. y F. Artero. 1999).

Referencias

- [1] 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. *Agrociencias*, 50(1), 107-118.
- [2] Ayessa, L; Álvarez, D; Estevez, I; Chávez, P; Cruz, I; Alaejos, J. (2010). Transformación mecánica de la madera con bajo impacto ambiental. Volumen 29 No Especial de la Revista Forestal Baracoa. 12 p.
- [3] Ayessa, L; Álvarez, D; Estevez, I; Chávez, P; Cruz, I; Alaejos, J. (2010). Transformación mecánica de la madera con bajo impacto ambiental. Volumen 29 No Especial de la Revista Forestal Baracoa. 12 p.
- [4] 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. *Maderas y bosques*. Vol. 25. Núm. 2(2019). DOI: <http://doi.org/10.21829/myb.2019.2521520>
- [5] 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. *Maderas y bosques*. Vol. 25. Núm. 2(2019). DOI: <http://doi.org/10.21829/myb.2019.2521520>
- [6] Concepción, R. R. F., & Chonillo, R. A., & Lorenzo, A. F., & Morales, S. C. (2016). Determinación de las Potencialidades de Aserrín en la Ciudad de Guayaquil como materia prima para la producción de diversos surtidos en la Industria Forestal. *Holos*, (4), 105-114. [Fecha de consulta 28 de abril de 2021]. Issn: 1518-1634. Disponible en: <https://www.Redalyc.Org/Articulo.Oa?Id=481554867011>
- [7] Concepción, R. R. F., & Chonillo, R. A., & Lorenzo, A. F., & Morales, S. C. (2016). Determinación de las Potencialidades de Aserrín en la Ciudad de Guayaquil como materia prima para la producción de diversos surtidos en la Industria Forestal. *Holos*, (4), 105-114. [Fecha de consulta 28 de abril de 2021]. Issn: 1518-1634. Disponible en: <https://www.Redalyc.Org/Articulo.Oa?Id=481554867011>
- [8] Garzón, G., Montenegro, E., & López, F. (2005). Uso de aserrín y acículas como sustrato de germinación y crecimiento de *Quercus*. *Colombia Forestal*, 98-108.
- [9] Garzón, G., Montenegro, E., & López, F. (2005). Uso de aserrín y acículas como sustrato de germinación y crecimiento de *Quercus*. *Colombia Forestal*, 98-108.
- [10] González Orozco, M. M., Prieto Ruíz, J. A., Aldrete, A., Hernández Díaz, J. C., Chávez Simental, J. A., & Rodríguez Laguna, R. (2018). 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), 205. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.125>

- [11] González Orozco, M. M., Prieto Ruíz, J. A., Aldrete, A., Hernández Díaz, J. C., Chávez Simental, J. A., & Rodríguez Laguna, R. (2018). 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), 205. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.125>
- [12] Juárez T.P., Rubio H., F. Narvaes R. y C. Jiménez J. 2001. Comparación de ocho tratamientos para la elaboración de composta a base de aserrín y estiércol. *Memorias del VI Congreso Mexicano de Recursos Forestales*. Guadalajara Jalisco. pp. 7.
- [13] Juárez T.P., Rubio H., F. Narvaes R. y C. Jiménez J. 2001. Comparación de ocho tratamientos para la elaboración de composta a base de aserrín y estiércol. *Memorias del VI Congreso Mexicano de Recursos Forestales*. Guadalajara Jalisco. pp. 7.
- [14] Lesme, J; Roca, R; Guillermo, A. (2001). Coeficientes de residuos de la industria forestal. Universidad de Oriente. 30 p.
- [15] Lesme, J; Roca, R; Guillermo, A. (2001). Coeficientes de residuos de la industria forestal. Universidad de Oriente. 30 p.
- [16] Mateo, S. J. J. 2016. Producción de planta forestal en vivero en sustratos de aserrín crudo sin tratamiento. Editorial Académica Española. 86 P. ISBN: 978-3-639-86286-7.
- [17] Mateo, S. J. J. 2016. Producción de planta forestal en vivero en sustratos de aserrín crudo sin tratamiento. Editorial Académica Española. 86 P. ISBN: 978-3-639-86286-7.
- [18] Mateo, S. J.J. 2005. Características Físicas y químicas del aserrín. *Memorias del VIII Congreso Mexicano de Recursos Forestales*. Chihuahua, México. pp. 475.
- [19] Mateo, S. J.J. 2005. Características Físicas y químicas del aserrín. *Memorias del VIII Congreso Mexicano de Recursos Forestales*. Chihuahua, México. pp. 475.
- [20] Oliet, J., M. L. Segura, F. M. Domínguez, E. Blanco, R. Serrada, M. López A. y F. Artero. 1999. Los fertilizantes de liberación controlada aplicados a la producción de planta forestal en vivero. Efecto de dosis y formulaciones sobre la calidad de *Pinus halepensis* Mill. *Investigación Agraria: Sistemas de Recursos Forestales* 8 (1): 207-228.
- [21] Oliet, J., M. L. Segura, F. M. Domínguez, E. Blanco, R. Serrada, M. López A. y F. Artero. 1999. Los fertilizantes de liberación controlada aplicados a la producción de planta forestal en vivero. Efecto de dosis y formulaciones sobre la calidad de *Pinus halepensis* Mill. *Investigación Agraria: Sistemas de Recursos Forestales* 8 (1): 207-228.
- [22] Ortiz, L; Tejada, A; Vázquez, A. (2004). Aprovechamiento de la biomasa forestal producida por la cadena monte-industria. *Revista CIS-Madera. Parte III Producción de elementos densificados*. 17-32.
- [23] Ortiz, L; Tejada, A; Vázquez, A. (2004). Aprovechamiento de la biomasa forestal producida por la cadena monte-industria. *Revista CIS-Madera. Parte III Producción de elementos densificados*. 17-32.
- [24] Reyes-Reyes, J., y Aldrete, A., y Cetina-Alcalá, VM, y López-Upton, 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. [Fecha de Consulta 22 de abril de 2021]. ISSN: 2007-3828. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62911205>
- [25] Reyes-Reyes, J., y Aldrete, A., y Cetina-Alcalá, VM, y López-Upton, 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. [Fecha de Consulta 22 de Abril de 2021]. ISSN: