



## CALIDAD DE MUDAS DE CEDRO EN FUNCIÓN DE LA COMBINACIÓN DE SUSTRATOS Y DIMENSIONES DE MACETA

*QUALITY OF CEDAR SEEDLINGS AS A FUNCTION OF SUBSTRATE COMBINATIONS AND POT DIMENSIONS*

Mónica Aricel Domínguez Valenzuela<sup>1\*</sup> , Edith Diana Ruiz Díaz Lovera<sup>2</sup>  y Eulalio Morel López<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

<sup>2</sup> Profesor, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción Paraguay.

\*Autor por correspondencia: [moni2012aricel@gmail.com](mailto:moni2012aricel@gmail.com)

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de sustratos orgánicos en el proceso de producción y la derivación de las diferentes dimensiones de maceta en la calidad de mudas de cedro (*Cedrela fissilis*) para la calidad y forma masiva en viveros. En el vivero forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción. El diseño experimental empleado fue completamente al azar en un arreglo bifactorial de 2x3. El factor A consistió en dos tipos de sustratos y el factor B, tamaño de macetas. En total fueron 6 combinaciones con 4 repeticiones completando 24 unidades experimentales. Las determinaciones fueron, altura de la planta, longitud de raíz, masa fresca aérea, masa fresca raíz, masa seca aérea, masa seca raíz. Los resultados indican que, para las determinaciones altura de planta, longitud de raíz, masa fresca aérea, masa fresca raíz, masa seca aérea y masa seca raíz se observan diferencias estadísticas significativas e interacción entre factores arrojando el mejor resultado con el sustrato orgánico (Compost + Arena roja) con el tamaño de maceta 13x15 cm y 12x20 cm, en comparación a la combinación (Arena roja + Estiércol + Hojarasca + Compost), se observan diferencias, resultando inferior la mejor mezcla, con el tamaño de maceta de 15x18 cm. En el factor A se encontraron diferencias tanto estadísticas como agronómicas de asimilación al componente de sustrato orgánico (Compost + Arena roja), se resaltaron las determinaciones de altura de planta y longitud radicular con la dimensión de tamaño de maceta 12x20 cm y 13x15 cm. En cuanto a la combinación de sustratos orgánicos de Arena roja + Estiércol + Hojarasca + Compost, obtuvieron resultados que influyeron significativamente en las determinaciones realizadas.

**Palabras clave:** *Cedrela fissilis*, calidad, combinación, compost, dimensión.

### ABSTRACT

The objective of this work was to study the effect of organic substrates in the production process and the derivation of the different dimensions of pots in the quality of cedar seedlings for the quality and massive form in nurseries. The design used was Completely Random in a factorial arrangement of 2x3. Factor A consists of two types of substrates and factor B, pot dimensions. In total there were 6 combinations with 4 repetitions completing 24 experimental units. The determinations were, plant height, root length, fresh aerial mass, fresh root mass, aerial dry mass, dry root mass. The results indicate that, for the plant height and root length determinations, statistical differences are observed, yielding the best result with the organic substrate (Compost + Red sand) with the pot size 12x20 cm and 13x15 cm, compared to the determination of fresh aerial mass, fresh root mass, aerial dry mass and root dry mass, significant statistical differences and interaction between factors are observed, resulting in the best mixture (Red sand + Manure + Litter + Compost) with the pot size of 15x18cm and 13x15 cm. In factor A, both statistical and agronomic differences were found in assimilation to the organic substrate component (Compost + Red sand), the determinations of plant height and root length were emphasized with the dimension of pot size 12x20 cm and 13x15 cm. Regarding the combination of organic substrates of (Red sand + Manure + Litter + Compost) they obtained favorable results for the determinations of fresh aerial mass, fresh root mass, aerial dry mass and root dry mass that significantly influenced the determinations made.

**Keywords:** *Cedrela fissilis*, quality, combination, compost, dimensions.

## INTRODUCCIÓN

Según Ortiz (2000) la especie *Cedrela fissilis*, perteneciente a la familia Meliaceae, es una especie forestal que habita toda la Región Oriental del Paraguay, en todos los bosques altos con suelos drenados y profundos. No soporta los suelos húmedos, por lo que no se la encuentra en los bosques bajos de los campos naturales con falta de drenaje. Es muy frecuente en las cuencas de los ríos Paraná y Paraguay

Park et al. (2021), indica que en vivero cada especie forestal presenta alguna peculiaridad en su propagación que van desde el método de siembra, requerimiento de determinado tipo de sustrato (solo tierra, arena, aserrín, humus) o la combinación de tamaños de macetas, requerimiento de una determinada intensidad de luz y porcentaje de humedad; tratamientos de escarificación mecánica, física o química, tipo de almacenaje y método de recolección entre otros.

El suceso de una producción comienza por la obtención de mudas de calidad. Una muda mal formada dará origen a una planta con producción debajo de su potencial genético (Kostopoulou et al, 2011). Definimos el sustrato en términos de vivero como aquel o aquellos materiales que nos van a servir de soporte y alimento de la planta durante su desarrollo inicial.

La tendencia actual es, sin duda, a realizar la producción en viveros y substratos estándar, a base de varios componentes, principalmente diversos tipos de turba, complementada con fertilizantes minerales sintéticos, arena, perlita, para obtener las características físicas y químicas deseadas (Olaria et al., 2016).

El suelo del vivero no siempre reúne las características adecuadas para la germinación y desarrollo inicial de las semillas de las especies forestales; es decir el sustrato debe permitir, en general, una buena germinación y en particular, un buen desarrollo de las plántulas en su etapa inicial que de ello dependerá el buen desarrollo del futuro árbol. La obtención de las mudas capaces de sobrevivir y desarrollarse con éxito en zonas expuestas a la acción de la sequía exige la aplicación cuidadosa de tratamientos especiales a estas plantas en vivero, y los futuros árboles, luego de ser plantados en terreno definitivo donde alcanzarán su máximo desarrollo (Mollinedo, 2015).

En este sentido, el propósito del presente trabajo fue evaluar el efecto de sustratos orgánicos en el proceso de producción y la derivación de las diferentes dimensiones de macetas en la calidad de mudas de cedro para

calidad y forma masiva en el vivero, cuyo objetivo general es determinar el efecto de sustratos y dimensiones de macetas en la calidad de mudas de cedro y como objetivos específicos las determinaciones fueron realizadas a los 90 días después de la emergencia (DDE); altura de la planta; longitud de raíz; evaluar masa fresca parte aérea y masa fresca raíz; evaluar masa seca parte aérea y masa seca raíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio es de carácter experimental cualitativo.

El experimento fue realizado en el vivero forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción, localizado a 1,5 Km de la ciudad de Concepción sobre la Ruta V, General Bernardino Caballero, circunscrita en las coordenadas 23° 40'13" Sur 57°41'85" Oeste, elevado 160 msnm.

El tipo climático de la zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 24 °C con máximas que pueden llegar hasta los 45 °C en verano y mínima de hasta 4 °C en invierno, con leves incidencias de heladas. La precipitación media anual es de 1.400 mm y la región se caracteriza por poseer un clima de transición entre un tipo mediterráneo (FecoClima, 2019).

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial de 3x2 (con tres diferentes tamaños de macetas y dos tipos de sustrato), con 6 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales (UE).

Los tratamientos utilizados fueron; Compost + Arena roja con una proporción de 2:1, con diferentes tamaños de macetas, detallando a continuación las medidas, 13 x 15, cm, 12 x 20 cm, 15 x 18 cm; para la mezcla de Arena roja + Estiércol + Hojarasca + compost con una proporción de 1:1/2:1:1/2 se utilizó las medidas de 13 x 15 cm, 12 x 20 cm, 15 x 18 cm. Dichos tratamientos utilizados se describen en la Tabla 1.

Para el experimento se utilizó sustratos orgánicos, cuya proporción equivalente para cada dimensión de macetas, para el T1 se utilizó Compost + Arena roja 2:1 se procedió a la carga de macetas con la dimensión de 13 x 15 cm, 12 x 20 cm y 15 x 18 cm, mismo modo para los tratamientos 4, 5 y 6 se utilizó una proporción de Arena roja + Estiércol + Hojarasca + compost 1:1/2:1:1/2. La preparación de los sustratos orgánicos se realizó en forma manual, con la ayuda de una asada.

Las semillas utilizadas en el experimento fueron colectadas de la Escuela Agrícola de Concepción, dichas semillas se encontraban en buenas condiciones, con alto porcentaje de germinación y fueron almacenadas en el depósito del vivero de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción, después de la obtención de las semillas se procedió a la separación de las impurezas de las mismas en forma manual.

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento. Concepción, 2020.

Trat.	Descripción	
	Factor A (Tipos de sustratos)	Factor B (Tamaño de maceta)
T1	Compost + Arena roja	13 x 15 cm
T2	2:1	12 x 20 cm
T3		15 x 18 cm
T4	Arena roja + Estiércol	13 x 15 cm
T5	+ Hojarasca + compost	12 x 20 cm
T6	1:1/2:1:1/2	15 x 18 cm

Posterior a la colocación de cada unidad experimental, se realizó el cargado de las macetas utilizando 30 macetas, sumándose así 120 por cada repetición, terminado dicho trabajo se ejecutó la siembra de las semillas de cedro utilizando dos semillas por cada maceta, con una profundidad de 1 cm para los tratamientos establecidos. El total de semillas utilizadas para la siembra fueron 1.440 en 720 macetas de polietileno, con dimensiones de 13 x 15 cm, 12 x 20 cm y 15 x 18 cm, separadas en 30 macetas por cada repetición, totalizando así 8.326 semillas por cada unidad experimental.

La limpieza se realizó cada 8 días, así como el riego de forma manual con una regadera de 5 litros de agua específicamente a la mañana, la emergencia de las plántulas se produjo a los 8 días después de la siembra (DDS), completando la emergencia total de las mismas a los 20 días después de la siembra (DDS). El ensayo fue monitoreado diariamente, la aplicación de producto fitosanitario fue un insecticida de contacto del grupo de los piretroides (cipermetrina) concurrió la aplicación alrededor de cada unidad experimental, para el control de hormigas cortadoras (ysau) de forma preventiva en todo el ciclo del experimento cada 8 días según la necesidad preferentemente después del riego.

Las determinaciones evaluadas fueron:

Altura de la planta: es la longitud máxima de las plantas. Se realizó en forma manual a los 90 días después de la emergencia (DDE), en donde

se escogieron al azar 10 plantas dentro de cada unidad experimental, medidas con cinta métrica desde el cuello hasta el ápice de la planta. (Estrada, 2001).

Longitud de raíz: se midieron con cinta métrica las radículas de 10 plantas elegidas al azar por cada repetición, a los 90 DDE (Estrada, 2001 y Reyes-Pérez et al., 2013).

Masa fresca aérea: se evaluó la masa fresca de la parte aérea a los 90 días después de la siembra (DDE), utilizando balanza de precisión, en donde se escogieron al azar 10 plantas a ser evaluadas dentro de cada unidad experimental (MAPA 2009).

Masa fresca raíz: Trabajando con las plantas mencionadas, se evaluó la masa fresca de la raíz a los 90 días después de la siembra (DDE), utilizando balanza de precisión (MAPA, 2009).

Masa seca aérea: se evaluó la masa seca de la parte aérea a los 90 DDE, secado en estufa a 60 °C por 72 horas. Fueron elegidas 10 plantas al azar por cada repetición, acomodadas en bolsa de papel para el posterior secado.

Masa seca raíz: se evaluó la masa seca de las raíces a los 90 DDE, secado en estufa a 60 °C por 72 horas. Fueron elegidas 10 plantas al azar por cada repetición, puestas en bolsa de papel para el posterior secado.

Los valores obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza mediante el test F y las medias de cada tratamiento, comparadas entre sí por el test de Tukey al 1%.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Altura de la planta

En la tabla 2, podemos observar los resultados del test de comparación de medias Tukey al 1%, realizado para la determinación altura de planta. En este caso; puede constatarse que, para el factor tipos de sustratos, el Compost + Arena roja, con las dimensiones de 15x18 cm arrojó mejor resultado estadísticamente con una media de 57,83 cm de altura, sin embargo, se visualiza una mínima diferencia agronómica entre los tamaños de macetas. Con respecto la combinación Arena roja + Estiércol + Hojarasca + Compost, resulta superior el tamaño de maceta 12 x 20 cm con una media de 63,44 cm de altura. En comparación a tipos de sustratos obtuvo mejor resultado la combinación de Compost + Arena roja, alcanzando una media de 53,13 cm, siendo inferior la combinación Arena roja + Estiércol + Hojarasca + Compost, con una media 36,38 cm de altura.

Al utilizar diferentes tipos de sustratos se observa un crecimiento superior de las plantas esto es debido a una mayor concentración de compuestos orgánicos desde el punto de vista

biológico y de cultivo que es la altura de la planta, no obstante, en cuanto al efecto que ejerce sobre las propiedades.

**Tabla 2.** Comparación de medias para la determinación altura de la planta del cedro (cm). Concepción 2020.

Tipos de sustratos	Tamaño de maceta		
	13 x 15 cm	12 x 20 cm	15 x 18 cm
Arena roja + Estiércol + Hojarasca + Compost	36,38 b B	55,34 a A	57,83 a A
Compost + Arena roja	53,13 a A	63,44 a A	58,52 a A
Factor A:	20,04**		
Factor B:	24,30**		
Factor AxB:	5,95*		
Media general:	54,11		
CV (5%):	6,08		
DMS (1%) Columna:	12,21		
DMS (1%) Línea:	4,74		

Mismas letras minúscula en columna y mayúscula en línea no difieren entre sí estadísticamente según el test de Tukey al 1%. \*\*: Diferencia altamente significativa. \*: Diferencia significativa. DMS: Diferencia mínima Significativa. CV: Coeficiente de Variación.

Las plantas que crecieron en las mezclas que contenían altos porcentajes de compost presentaron aspectos de mayor vigor con colores verdes más oscuros y plantas mejor conformadas, a medida que avanzaba su estancia en el vivero. Estudios realizados por Santiago et al., (2015) encontraron en lo que se refiere al efecto del tamaño del recipiente sobre la altura de las plantas, un notable desarrollo de las mudas en los contenedores de mayor tamaño dimensiones. Estos comparados con el resultado obtenido en este trabajo podría deberse a que los tamaños de las macetas eran mayores a los utilizados en este experimento.

Resultados similares fueron encontrados por Yuyama et al. (2002), en diferentes especies arbóreas, donde las mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia* L.) en maceta de tamaño de 19 cm de altura x 21 cm ancho, mostraron tendencia de mejor desarrollo comparadas con otras cultivadas en macetas más pequeñas. Este trabajo concuerda con lo realizado por dicho autor, ya que la maceta con tamaño de 12 cm de altura x 20 cm de ancho obtuvo mejor desarrollo y por ende favoreció la altura de las plantas.

Según Campos et al. (2007), estudiando la influencia del sustrato en el desarrollo inicial de mudas de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*) concluyeron que las plantas con mejor apariencia mayor altura y diámetro fueron aquellas originadas con el sustrato suelo + estiércol bovino, en proporción de 1:1.

Por su parte, Mateo (2002), encontraron 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 producción de *Cedrela fissilis*, en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, México. Esto es de gran importancia ya que las resultantes de las mezclas utilizadas en este experimento arrojaron los mejores resultados en cuanto a la variable altura de planta con una media de 53,13 cm de altura, utilizando la combinación Compost + Arena roja.

### Longitud radicular

En la tabla 3, podemos observar los resultados del test de comparación de medias (Test de Tukey al 1 %), realizado para la determinación longitud radicular, constatándose para la combinación Arena roja + Estiércol + Hojarasca + compost, logró un resultado superior de 18,13 cm de longitud radicular con el tamaño 15 x 18 cm. En cuanto a los tamaños de macetas 13 x 18 cm y 12 x 20 cm, no se observan diferencias estadísticas. Respecto a la combinación Compost + Arena roja, resulta superior a nivel estadístico con el tamaño 13 x 15 cm, alcanzando una media de 18,30 cm de longitud de raíz.

Según Alvarado y Solano (2002), la adición de lombricomposto favoreció la porosidad de los sustratos y tuvo una influencia importante en el crecimiento radicular de las plantas, ya que los materiales a base de materia orgánica ofrecen las mejores características, mejora la capacidad de retención de agua y aire para el cultivo en bolsas de polietileno o bandejas.

**Tabla 3.** Comparación de medias para la determinación de longitud radicular (cm). Concepción 2020.

Tipos de sustratos	Tamaño de maceta		
	13 x 15 cm	12 x 20 cm	15 x 18 cm
Arena roja + Estiércol + Hojarasca + Compost	16,7 a A	16,45 a A	18,13 a A
Compost + Arena roja	18,30 a A	17,96 a A	16,00 bA
Factor A:	0,33 <sup>NS</sup>		
Factor B:	0,23 <sup>NS</sup>		
Factor AxB:	4,81*		
Media general:	17,26		
CV (5%):	7,91		
DMS (1%) Columna:	2,78		
DMS (1%) Línea:	3,21		

Mismas letras minúscula en columna y mayúscula en línea no difieren entre sí estadísticamente según el test de Tukey al 1%. NS: Diferencia no significativa. \*: Diferencia significativa. DMS: Diferencia mínima Significativa. CV: Coeficiente de Variación.

Por su parte, Romo (2005), sostienen que la luz es el factor determinante para lograr probabilidad de sobrevivencia, esta sobrevivencia se traduce como mayor biomasa, es así que los resultados en cuanto a la longitud radicular se logran mayor longitud a mayor intensidad lumínica y con un 100% de humedad del suelo, coincidiendo con lo reportado por Bernaola et al. (2022) que sin estrés hídrico se obtienen mayores probabilidades de sobrevivencia por su mayor producción de raíz.

En determinación de longitud radicular obtenidas en dicho experimento pudo ser influenciado por las mezclas de sustratos orgánicos compuestas por Compost + Arena roja, estos compuestos poseen propiedades

físicas, químicas y biológicas que permiten el buen crecimiento de las plántulas y por ende posteriormente plantas de buena calidad.

#### Masa fresca total aérea

Para esta determinación, según puede verse en la tabla 4, (Test de Tukey 1%), se dan diferencias altamente significativas entre tamaños de macetas (15 x 18 cm), obteniendo una media superior de 12,32 gramos de masa fresca. Con respecto al tipo de sustrato (Compost + Arena roja) revela que se dan diferencias a nivel estadístico entre tamaños de macetas evaluados, así como también se detecta interacción entre los mismos, siendo superior 15,50 g con la dimensión de 13 x 15 cm.

**Tabla 4.** Comparación de medias para la determinación de masa fresca total aérea (g). Concepción, 2020.

Tipos de sustratos	Tamaño de maceta		
	13 x 15 cm	12 x 20 cm	15 x 18 cm
Arena roja + Estiércol + Hojarasca + Compost	6,31 b B	6,26 b B	12,32 a A
Compost + Arena roja	15,50 a A	11,90 a A	14,13 a A
Factor A:	71,73**		
Factor B:	13,39**		
Factor AxB:	10,58**		
Media general:	11,07		
C.V (5%):	14,49		
DMS (1%) Columna:	3,26		
DMS (1%) Línea:	3,77		

Mismas letras minúscula en columna y mayúscula en línea no difieren entre sí estadísticamente según el test de Tukey al 1%. \*\*: Diferencia altamente significativa. DMS: Diferencia mínima Significativa. CV: Coeficiente de Variación.

Con los resultados obtenidos en la tabla 4, se observa que hay diferencias altamente significativas entre ambos factores, logrando el mejor valor en esta determinación, con una media de 15,50 gramos de masa fresca con la combinación de Compost + Arena roja, siendo

el más alto el tamaño de 13 x 15 cm. Asimismo, para el tamaño de maceta 12 x 20 cm, obtuvo resultados inferiores con una media de 6,31 gramos de masa fresca aérea. Se observan contrastes estadísticos entre los tratamientos

estudiados, una ínfima diferencia agronómica entre los tamaños de maceta.

Díaz et al. (2013) indican que la producción de biomasa es importante debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero, sugiriendo un alto grado de supervivencia en campo definitivo, mayor capacidad de transformación de la energía en biomasa, debido a una mayor capacidad para realizar procesos fotosintéticos, asegurando un buen crecimiento inicial, estando muy asociado con la altura, diámetro, área foliar, actividad fotosintética y potencial de crecimiento radical.

La esbeltez responde a los valores señalados por González (2006), en correspondencia con ello las especies de mayor velocidad de crecimiento tienen mayores valores. En un trabajo realizado por Prieto et al. (2009) sobre calidad de planta producida en los viveros forestales, la variable morfológica con menor calidad fue la biomasa aérea/radical que, a su vez, afectó el Índice de Calidad de Dickson de *B. alicastrum* y *F. udhei*. Esta última especie, una de las más jóvenes, presentó el menor diámetro y la relación el mayor desequilibrio entre la biomasa aérea y la radical, así como uno de los Índice de Calidad de Dickson (ICD) más

bajos; no reunió las características necesarias para garantizar su supervivencia en campo.

### Masa fresca total de raíz

En la tabla 5, observamos los resultados del test de comparación de medias (Tukey 1%), para la para la determinación masa fresca raíz, constatándose el mejor resultado con el tipo de sustrato Arena roja + Estiércol + Hojarasca + compost encarando al tamaño de maceta 15 x 18 cm, con una media de 2,25 gramos de masa fresca raíz. Mientras, en lo referente a la combinación de sustrato Compost + Arena roja, alcanzó una media de 3,00 gramos alcanzando el mejor resultado con la dimensión de 13 x 15 cm, siendo inferior el 1,21 gr con la dimensión de maceta 12 x 20 cm para el sustrato Arena roja + Estiércol + Hojarasca + compost.

Según Navarro et al. (2013), las plantas de especies forestales requieren, en su etapa inicial, nutrientes que le permitan desarrollar el sistema radicular y la biomasa total. Por su parte, Romo (2005), indica que en zonas deforestadas (mayor luz) se logran mayores contenidos de biomasa total, basado principalmente en sistema radicular asegurando su supervivencia.

**Tabla 5.** Comparación de medias para la determinación de masa fresca total raíz (g). Concepción, 2020.

Tipos de sustratos	Tamaño de maceta		
	13 x 15 cm	12 x 20 cm	15 x 18 cm
Arena roja + Estiércol + Hojarasca + Compost	1,38 b B	1,21 b B	2,25 a A
Compost + Arena roja	3,00 a A	1,45 b B	2,73 a A
Factor A:	45,72**		
Factor B:	36,43**		
Factor AxB:	13,74**		
Media general:	2,00		
C.V %:	14,06		
DMS (1%) Columna:	0,57		
DMS (1%) Línea:	0,66		

Mismas letras minúscula en columna y mayúscula en línea no difieren entre sí estadísticamente según el test de Tukey al 1%. \*\*: Diferencia altamente significativa. DMS: Diferencia mínima Significativa. CV: Coeficiente de Variación.

Cancho y Silva (2015), afirman que el estiércol 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 estiércol mejoran las características físicas de los medios de crecimiento; además, 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 compuestos orgánicos.

### Masa seca total aérea

En la tabla 6, podemos observar los resultados del test de comparación de medias (Tukey 1%), realizado para la determinación masa seca total raíz. En este caso; se puede verificar en relación tipos de sustratos Arena roja + Estiércol + Hojarasca + compost resulta superior con una media de 4,52 gramos de masa seca raíz con la dimensión de maceta 15 x 18

cm, en comparación al tamaño de maceta 12 x 20 cm, el cual resultó inferior en este tratamiento. Además, para la combinación Compost + Arena roja, que alcanzó un peso significante de 5,60 gramos compuesto por el tamaño de maceta 13 x 15 cm.

Machado et al. (2012), estudiando plantines de leucaena, la mejor respuesta se produjo bajo la influencia de 10 kg de compuesto orgánico por m<sup>2</sup>, incorporado al suelo, produciendo 0,55 kg m<sup>2</sup> de biomasa seca total, se observa que al añadir material orgánico hubo mejor respuesta en cuanto materia seca total.

**Tabla 6.** Comparación de medias para la determinación de masa seca total aérea (g). Concepción, 2020.

Tipos de sustratos	Tamaño de maceta		
	13 x 15 cm	12 x 20 cm	15 x 18 cm
Arena roja + Estiércol + Hojarasca + Compost	2,59 b B	1,80 b B	4,52 a A
Compost + Arena roja	5,60 a A	1,89 b B	3,50 a B
Factor A:	2,92 NS		
Factor B:	13,16 **		
Factor AxB:	8,79 **		
Media general:	3,32		
C.V %:	29,91		
DMS (1%) Columna:	2,02		
DMS (1%) Línea:	2,33		

Mismas letras minúscula en columna y mayúscula en línea no difieren entre sí estadísticamente según el test de Tukey al 1%. NS: Diferencia no significativa. \*\*: Diferencia altamente significativa. DMS: Diferencia mínima Significativa. CV: Coeficiente de Variación.

En relación a la materia seca total, Gomes (2003), menciona que la materia seca constituye un buen indicador de la capacidad de resistencia de las plantas en condiciones de campo definitivo. Estudios de De Santos y Urquiaga (2013), demuestran que el desarrollo de estándares de calidad de planta es una herramienta básica para garantizar el éxito de las plantaciones. Sin embargo, los regímenes de cultivo en vivero son variables originando heterogeneidad en las producciones y una respuesta en campo potencialmente variable.

#### Masa seca total raíz

En la tabla 7 podemos observar los resultados del test de comparación de medias (Tukey 1%), realizado para la determinación masa seca total raíz; no se obtuvo interacción entre factores. En este caso, se puede verificar, en relación a los tipos de sustratos, que Compost + Arena roja resulta superior con una media de 0,72 gramos de masa seca raíz con la dimensión de maceta 12 cm de altura x 20 cm de ancho, en comparación al tamaño de maceta 15 cm de altura x 18 cm de ancho, el cual resultó inferior en este tratamiento.

Verificando el análisis de varianza (Tukey 1%), para la determinación masa seca total de la raíz, no se encontraron diferencias significativas por el factor A (tipos de sustratos), obteniendo una media de 0,72 gramos de masa seca raíz, esto demuestra que los diferentes tipos de

sustratos utilizados en el experimento no influyeron en el peso de masa seca de la raíz de cedro.

**Tabla 7.** Comparación de medias para la determinación de masa seca total raíz (g). Concepción, 2020.

Factor	Descripción	Masa seca total raíz (g)
Tipos de sustratos <sup>NS</sup>	Arena roja + Estiércol + Hojarasca + Compost	0,60 a
	Compost + Arena roja 2:1	0,72 a
Tamaño de maceta**	13 x 15 cm	0,69 a
	12 x 20 cm	0,97 a
	15 x 18 cm	0,31 b
Factor A:		1,62 NS
Factor B:		16,75 **
Factor AxB:		3,13 NS
Media general:		0,66
Coeficiente de variación (%):		34,70
DMS (1%):		0,29

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por el test de Tukey al 1%. NS: Diferencia estadística no significativa. \*\*: Diferencia altamente significativa. DMS: Diferencia mínima significativa.

Con relación al factor B (tamaño de macetas), según puede verse en la tabla 7, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, arrojando como mejor resultado el tamaño de 12 x 20 cm, con valor promedio de 0,97 gramos de masa seca raíz.

Para *Eucalyptus grandis* donde hay mayor producción de masa seca total, hay mayor altura, diámetro y área foliar, así como un mejor desarrollo de su sistema radical, lo cual es favorecido por las buenas propiedades físicas y químicas de estos sustratos (Fermino et al., 2018).

## CONCLUSIONES

La producción de plantas en los viveros forestales debe sustentarse en el empleo de sustratos que combinen componentes orgánicos o derivados del compostaje de los residuos de los tratamientos silviculturales o el aprovechamiento forestal, lo cual haría más sostenible la propia producción forestal.

En el trabajo realizado en cuanto a la determinación altura de la planta y longitud radicular del cedro (*Cedrela fissilis*), se obtuvieron mejores resultados con la combinación de tipo de substrato Compost + Arena roja utilizando dimensiones de macetas de 12 x 20 cm; y 13 x 15 cm para la longitud radicular, comparando con los demás tratamientos evaluados.

Con respecto a las demás evaluaciones realizadas en cuanto a: masa fresca aérea, masa fresca raíz, masa seca aérea y masa seca raíz, evidenciaron que los mejores resultados fueron representados por el tipo de sustrato Compost + Arena roja utilizando dimensiones de macetas 13 x 15 cm respectivamente para la masa fresca aérea, masa fresca raíz y masa seca aérea, en cuanto a la masa seca raíz demostró mejor resultado utilizando el tamaño de maceta de 12 x 20 cm.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado, M. A. y Solano, J. A. (2002). Medios o sustratos en la producción de viveros y plantas. Proyecto VIFINEX-OIRSA, Costa Rica.

Bernaola, P. R. M., Ruiz-Blandon, B., Salcedo-Pérez, E., y Zapata-Hernández, I. (2022). Factores de manejo en vivero que influyen sobre crecimiento y supervivencia de *Pinus douglasiana* en México. *Bosque (Valdivia)*, 43(2), 101-115. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002022000200101>

Campos, M. L; C Blok y U Van Meeteren. (2007). Comparison of the physical properties of vermicompost from paper mill sludge and green compost as substitutes for peat base growing media. International Symposium of Growing media, Nottingham. *Acta Hort* (in press).

Cancho, J. C. J., & Silva, A. P. (2015). Producción de marigold (*Tagetes patula* cv. Durango orange) en diferentes medios de crecimiento, bajo condiciones de vivero de la Universidad Nacional Agraria La Molina. In *Analos científicos*. 76(1), 38-43. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i1.762>

De Santos, S., y Urquiaga, R. (2013). Compostaje y Vermicompostaje doméstico. *Educadores ambientales de la asociación "Siempre en Medio". Centro nacional de Educación Ambiental*. [En línea] [http://www.magrama.es/es/ceneam/articulosde-opinion/2013-04-santos-urquiaga\\_tcm7-269154.pdf](http://www.magrama.es/es/ceneam/articulosde-opinion/2013-04-santos-urquiaga_tcm7-269154.pdf)

Díaz, P.; Torres, D.; Sanchez, Z.; Arevalo, L. (2013). Comportamiento morfológico de cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) en respuesta al tipo de sustrato en vivero. *Folia Amazónica*, 22(1-2), 25-34. <https://revistas.iiap.gob.pe/index.php/oliaamazonica/article/view/45>

Estrada, R. (2001). Producción de semilla y difusión de variedades e híbridos de maíz de grano amarillo. *Revista FESC Divulgación Científica Multidisciplinaria*. 4(14), 5-10.

FecoClima (2019). Meterorología Py. (En línea) Consultado 06 ago 2020. Disponible en: <https://www.meteorologia.gov.py/>

Fermino, M. H., Araujo, M. M., Aimi, S. C., Turchetto, F., Berghetti, Á. L. P., Zavistanovicz, T. C., ... & Vilella, J. D. M. (2018). Reutilization of residues as components of substrate for the production of *Eucalyptus grandis* seedlings. *Cerne*, 24, 80-89. <https://doi.org/10.1590/01047760201824022522>

Gomes J. M. (2003). Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K (Tese Doutorado em Ciência Florestal. Viçosa, Brasil.

Universidade Federal de Viçosa). <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/11393>

González, E. (2006). Metodología para el cultivo en vivero de diferentes especies forestales. Memoria científica semestral del Proyecto de investigación, 2006.

Kostopoulou, P., Radoglou, K., DINI-PAPANASTASI, O. L. Y. M. P. I. A., & Adamidou, C. (2011). Effect of mini-plug container depth on root and shoot growth of four forest tree species during early developmental stages. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35(4), 379-390. <https://doi.org/10.3906/tar-1104-11>

Machado, V. D. S., Volkmer-Ribeiro, C., & Iannuzzi, R. (2012). Inventory of the sponge fauna of the Cemitério Paleolake, Catalão, Goiás, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84, 17-34. <https://www.scielo.br/j/aabc/a/vPY5rfQhpN3jKSYsHTD3HNz/?lang=en&format=html>

MAPA. (2009). (Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento). Manual de análisis sanitaria de semillas. Brasília: MAPA.

Mateo, S J.J. 2002. Potencial del aserrín como alimento para rumiantes y sustrato para plantas (Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México).

Mollinedo L., L. P. (2015). Evaluar la respuesta de las semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) y su etapa inicial de desarrollo en cuatro tipos de sustratos en el vivero municipal de Coripata (Tesis de grado, La Paz, BOL: Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. <http://hdl.handle.net/123456789/5733>

Navarro, J., Vargas, J., Gómez, A., Ruiz, L. & García, P. (2013). Morfología, biomasa y contenido nutrimental en *Abies religiosa* con regímenes diferentes de fertilización en vivero. *Agrociencia*, 47(7), 707-721. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952013000700007&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952013000700007&script=sci_arttext)

Olaria, M., Nebot, J. F., Molina, H., Troncho, P., Lapeña, L., & Llorens, E. (2016). Effect of different substrates for organic agriculture in seedling development of traditional species of Solanaceae. *Spanish journal of agricultural research*, 14(1), e0801-e0801. <https://doi.org/10.5424/sjar/2016141-8013>

Ortíz, D. R. (2000). Morfología de plántulas de 20 especies forestales nativas del Paraguay, San Lorenzo, Facultad de Ingeniería Agronómica.

Park, B. B., Han, S. H., Hernandez, J. O., An, J. Y., Nyam-Osor, B., Jung, M. H., Hoon, L. P. S., & Lee, S. I. (2021). The use of deep container and heterogeneous substrate as potentially effective nursery practice to produce good quality nodal seedlings of *Populus sibirica* Tausch. *Forests*, 12(4), 418. <https://doi.org/10.3390/f12040418>

Prieto, R.J.A.; García, R.J.L.; Mejía, B.J.M.; Huchín, A.S.; Aguilar V.J.L. (2009). Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA. Durango, Dgo. México. 48 p. <http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/09%20Manuales%20t%C3%A9cnicos/Lista%20de%20documentos/Viveros%20forestales/Manual%20Producción%20de%20planta%20de%20Pinus%20en%20vivero.pdf>

Romo, M. (2005). Efecto de la luz en el crecimiento de plántulas de *Dipteryx micrantha* Harms "shihuahuaco" transplantadas a sotobosque, claros y plantaciones. *Ecol.apl.* [En línea]: Scielo, [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-2216200500010001&lnq=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-2216200500010001&lnq=es&nrm=iso), Journals

Santiago, T. O., Vargas Hernández, J. D. J., Aldrete, A., López Upton, J., & Fierros González, A. M. (2015). Sustratos y tamaños de contenedor en el desarrollo de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. en vivero. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 6(31), 94-113. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322015000500008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000500008)

Yuyama, K. A.; Aguiar, J. P. L.; Yuyama, L. K. O. (2002). Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. *Acta Amazonica*, v.32, n.1, p.169-174.

Yuyama, K., Aguiar, J. P., & Yuyama, L. K. (2002). Camu-camu: um fruto

fantástico como fonte de vitamina  
C1. *Acta Amazonica*, 32(1), 169-174.  
<https://doi.org/10.1590/1809-43922002321174>