

INFLUENCIA DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL DESARROLLO DE PLANTINES DE *Prosopis alba* Griseb.

DÍAZ, Valeria F.¹; PÉREZ, Víctor R.²; HENNIG, Alberto ³

Palabras clave: algarrobo blanco, sustrato, vivero.

RESUMEN

La investigación se realizó en el vivero de la empresa Danzer Forestación S.A. (Posadas, Misiones – Argentina). Los sustratos probados fueron: residuo interno de estípites de palma (*Copernicia alba*), coco soil y corteza de pino compostada, mezclados en distintas proporciones (pino-palma al 25% = T1 y pino-palma al 50% = T3), (pino-coco al 25% = T2 y pino-coco al 50% = T4) y (palma al 100% = T5). Para el ensayo se utilizaron tubetes de una capacidad de 168 cc y 13 cm de longitud, dispuestos sobre malla metálica en estructura sobre-elevada del piso.

Se aplicó un diseño estadístico totalmente al azar. Fueron variables de control: diámetro de cuello (DC), altura total (HT), peso húmedo (PHSR) y seco del sistema radicular (PSSR) y abundancia de raíces (AR). Se determinó media aritmética, desvío estándar y coeficiente de variación. Se calculó índice de Esbeltez de Schmidt – Vogt (IE). Se realizó análisis de varianza y prueba de Tukey (nivel de confianza = 95 %).

Para la variable DC, el tratamiento que utilizó como mezcla de sustrato pino y coco soil en proporción (1:1) fue diferente estadísticamente de los restantes, siendo el que mejores resultados obtuvo, con una media de 3 mm. Para HT no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos T4 y T5, presentándose los restantes dentro del rango aceptable de la relación altura tallo/altura envase (1 – 1,5). En PHSR, los tratamientos T4 y T5 resultaron los mejores (con una media entre 1,63 a 2,43 gr.), siendo diferentes estadísticamente de los demás. Para PSSR no se registraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos efectuados. Los tratamientos presentaron IE similares. Según lo evaluado en los IE, mayores proporciones de palma y de coco soil en mezcla de sustrato permitiría obtener plantines aptos para campo antes de los 100 días con una media de DC = 2,53 mm y HT = 19 cm. Para la variable AR las mejores respuestas estuvieron dadas por las mezclas utilizadas en los tratamientos 4 y 5, con un promedio de 37 raicillas secundarias.

Ya que proporciones superiores al 50 % de palma y de coco soil no presentaron diferencias estadísticas significativas en la mayoría de las variables analizadas, puede optarse por los tratamientos que menores proporciones tanto de palma como de coco soil requieren, en beneficio del mejor aprovechamiento del recurso. La utilización de corteza de pino en proporciones superiores al 50 % para la producción en vivero, no calificó para la producción eficiente de plantines de *Prosopis alba*.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la Argentina existen 28 especies de algarrobos, de las cuales *Prosopis alba* Griseb. (algarrobo blanco) es una de las más frecuentes e importantes en cuanto a distribución en el Parque Chaqueño (García, 2006). Por sus características es considerada una madera de alto valor comercial. (FAO, 1997).

¹ Ing. Ftal. Informe parcial del trabajo final (Tesina) para obtener título de grado de Ingeniero Forestal. Facultad de Recursos Naturales, Universidad Nacional de Formosa. Correo: diazvaleria@hotmail.com

² Director Tesina. Prof. Adj. Cátedra Silvicultura. F.R.N, U.Na.F. Correo: forestales@arnet.com.ar

³ Co-Director Tesina. Empresa Danzer Forestación S.A. Posadas, Misiones



Es la especie con mayor distribución en la pcia. de Formosa, encabezando la lista de especies prioritarias en el Plan de Fomento a la Forestación de la provincia, que comenzó a ejecutarse en el año 2005. (Plan Provincial de Forestación, 2006).

El Vivero Forestal de la provincia de Formosa produce plantines de algarrobo blanco a partir de semillas de árboles selectos. (Fuente: Ing. Barraza⁴). Dicho vivero ha estado satisfaciendo la demanda provincial por décadas, para la producción de diversas especies forestales. Sin embargo, el conocimiento y la disponibilidad de nuevas tecnologías productivas en vivero hacen necesario la investigación de éstas en la producción de algarrobo blanco. Ya que el punto de partida de cualquier forestación es la crianza de plantines en vivero. (Muñoz et al. 1987), y una de las bases más importantes para el desarrollo y producción de plantaciones forestales. (Ottone. 1978).

Los viveros más tecnificados utilizan como sustrato componentes tales como: *corteza de pino compostada* (se pueden emplear cortezas de diversas especies vegetales, aunque la más empleada es la de pino, que procede básicamente de la industria maderera.) Terres et. al. 1997. *Coco soil*: es un sustrato orgánico que se puede utilizar en forma pura o mezclada, es 100% fibra de coco. (Paul Forestal cartilla informativa).

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los efectos de diferentes sustratos en el desarrollo de plantines de algarrobo blanco.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el sustrato más apropiado para el desarrollo de plantines de algarrobo blanco
- Caracterizar técnicamente al plantín con mejores aptitudes con base a las mejores respuestas de las variables analizadas.

Hipótesis de Investigación: enunciado “Distintos tipos de sustratos producen diferentes efectos en el desarrollo de la altura total (HT), el diámetro de cuello (DC) abundancia radicular (AR), peso seco (PSR) y húmedo de las raíces (PHR).”

ANTECEDENTES

Sustrato

Crozon y Neyroud, 1990 definen como sustrato a “todo material natural o artificial, que permite el anclaje del sistema radicular. Además también puede aportar elementos nutritivos”. Bures, 1993 agrega que depende del resto de factores ambientales, además del contenedor, las técnicas de cultivo y el cultivo. Según Hartmann *et. al.* (1990) “son aptos como sustrato todos aquellos materiales que por su granulometría y estabilidad estructural, permiten una aireación elevada.” Hartmann *et al* (1990) consideran que “un importante papel del sustrato es su aprovisionamiento como un buen medio para el crecimiento radicular, debido a que una planta con un buen sistema radicular generalmente es más vigorosa y tolerante a condiciones ambientales adversas.”

Ros y Calsina (1993) consideran que “un primer criterio para la elección de un sustrato ideal podría ser el costo económico del producto pero, sin duda existen otros factores físico-químicos, más difíciles de evaluar a priori, que deben tenerse muy en cuenta para el éxito del nuevo sistema de cultivo. Una primera regla básica sería elegir un sustrato en función a las características del sistema de fertirrigación disponible.”

En la elaboración de sustratos “en la mayoría de los casos se trata de mezclas constituidas por dos o

⁴Profesional responsable de la producción del Vivero Forestal Provincial. Comunicación personal.



más componentes con el fin de combinar sus propiedades físicas y químicas para obtener un medio adecuado para el cultivo.” (Bartollini y Petruccelli, 1992).

Bartollini y Petruccelli (1992) definieron las características de un sustrato ideal y que son: una elevada capacidad de retención para el agua y los elementos minerales; bajo contenido de sales; buen drenaje; óptimo pH para el desarrollo de diversas especies; estabilidad biológica y química después de la esterilización; facilidad de adquisición; poca densidad.

En el trabajo realizado por Díaz y Tesón (2001) “se evaluó el efecto de diferentes sustratos y fertilización para la producción de plantas de algarrobo amarillo *Prosopis nigra var ragonesei* en vivero. Los sustratos utilizados fueron: suelo de textura franca y suelo de textura franca con corteza de pino compostada. Las variables utilizadas fueron altura total y diámetro a la altura del cuello. Los fertilizantes utilizados fueron fosfato diamónico y fertilizante de liberación lenta 14-14-14, ambos en una dosis de 2 kg/m³. Los resultados obtenidos indican que existen diferencias altamente significativas entre algunos de los tratamientos evaluados. Los mejores resultados para las variables altura total y diámetro se obtuvieron en los tratamientos donde se utilizó suelo como sustrato y fertilizante de liberación lenta. Los tratamientos con menores crecimientos tenían como sustrato suelo y corteza sin fertilizar. Los tratamientos con suelo de textura franca fueron en todos los casos superiores a sus pares con corteza de pino”. Concluyen que “el crecimiento de los plantines responde positivamente a la fertilización mineral y negativamente a la utilización de corteza de pino como sustrato en las proporciones utilizadas.”

En el trabajo de Lupia (2008) realizado con *Prosopis hassleri* se evaluó como sustratos mezcla de corteza de pino compostada con coco soil y palma en proporciones de 32 %, 50 % y palma 100 %. Concluyó que “el análisis de varianza y prueba de Tukey indicaron diferencias significativas ($\alpha = 0,05$) para los tratamientos con 32, 50 y 100 % de participación de palma. Aconsejando para la producción de esta especie la utilización de palma en proporción de 32 %.”

La utilización de corteza de palma como sustrato se debió a la inquietud presente al observar sus buenas características físicas en pilas de descarte de producción de macetas en la ciudad de Formosa. Esto llevó a la evaluación en su utilización como sustrato alternativo, supliendo en los ensayos a la utilización de coco soil. Además el coco soil es un material importado, encareciéndose el proceso productivo con su utilización, mientras que la palma es un material de la zona, sin utilización como sustrato en escala productiva hasta la actualidad.

Cabe destacar que *Copernicia alba* es una especie cuyas características y posibles usos son motivo de diversos estudios de investigación en la provincia de Formosa, siendo inclusive parte de un programa del gobierno la investigación sobre la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

Este trabajo se realizó en el vivero de la Empresa Danzer Forestación S.A. ubicado en la ciudad de Posadas (coordenadas: 27° 28'36 Latitud Sur; 55° 55'36 Longitud Oeste), provincia de Misiones. El clima de la ciudad es subtropical sin estación seca. Las lluvias anuales rondan los 2.000 mm, lo que sumado a una elevada humedad ambiental y la cercanía del río conformaban -previo a la urbanización- una vegetación selvática muy densa. Las heladas se registran entre los meses de junio y agosto. Las temperaturas que oscilan entre 20 °C y 30 °C son templadas en invierno y calurosas en verano. Los vientos predominantes son el sur de tipo frío- y el nordeste muy cálido.

El vivero de la empresa, donde se efectuó la presente investigación, está diseñado para realizar una producción promedio a escala comercial de 600.000 plantas por año, siendo su capacidad máxima de 1 millón (incluyendo raíz libre). Sus instalaciones junto con el personal calificado son características de viveros modernos, utilizados en la actualidad. Consta de sistema de riego por aspersión, con control por platabandas y mesadas; fertilización en sustrato y fertirriego, sustrato compuesto por corteza de pino y coco soil, y como envases utiliza bandejas y tubetes colocados sobre portantes



sobre elevados para facilitar el laboreo.

Material Vegetal

Como material genético se utilizaron semillas donadas por el Banco de Germoplasma de Dirección de Bosques de la Provincia de Formosa, provenientes del paraje La Florencia, cuyas coordenadas son 24° 18' 89" Latitud Sur y 62° 08' 67" Longitud Oeste, cercano a la localidad de Ingeniero Juárez, (Dpto. Mataros, Formosa).

El tratamiento pre germinativo consistió en abrasión mecánica durante 20 minutos con escarificador (utilizando lija de 20 y 50) y posterior remojo en agua a 60 ° C (como temperatura inicial) durante 24 horas.

Tipos de Sustratos

Los componentes utilizados como sustrato fueron corteza de pino compostada malla 8 con coco soil en distintas proporciones (25 % y 50 %), y corteza de pino compostada con residuo interno de estípote de palma (*Copernicia alba*) mezclados (25 % y 50 %) y en forma pura (100 %). En los ensayos de tamaño de envase y dosis de fertilizante se utilizó como sustrato corteza de pino con 50 % de residuo interno de estípote de palma por ser ésta la combinación de sustrato que mejores resultados brindó al trabajo en ensayos preliminares.

La corteza de pino compostada es un material de origen natural, dependiendo sus propiedades físicas del tamaño de las partículas. La empresa Danzer en la producción de plantines hace uso de la corteza de pino compostada (Pila 5, Malla 8) en mezcla con coco soil 16 %. El coco soil es un sustrato orgánico que favorece el desarrollo radicular, tiene buena aireación, buen drenaje, retención de agua y fertilizantes, biodegradable, resistente a colonización de patógenos y fácil de manipular.

Diseño Experimental

Se utilizó corteza de pino, coco-soil y residuo interno de estípote de palma en forma pura y mezclada en distintos porcentajes.

El diseño estadístico fue completamente al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones. Como unidad de observación se tomaron 24 plantines, de los cuales 8 pertenecientes al núcleo fueron objeto de mediciones.

Las variables evaluadas fueron altura total (HT) y el diámetro de cuello (DC) a los individuos pertenecientes al núcleo a los 100 días de siembra. Al finalizar el ensayo, en dos plantines por réplica, se midieron y evaluaron la abundancia radicular (AR), peso seco (PSSR) y húmedo del sistema radicular (PHSR) e Índice de Esbeltez de Schmidt-Vogt (IE). Los dos plantines selectos fueron los que presentaron la altura promedio del tratamiento.

Los envases utilizados en este ensayo fueron tubetes de una capacidad de 168 cc y 13 cm de longitud, dispuestos sobre malla metálica sobre - elevada del piso.

Tratamientos realizados:

Tratamiento 1, T1 (75Pi + 25Pa): siembra en sustrato mezcla con 75% de corteza de pino y 25% de



sustrato de palma. Tratamiento 2, T2 (75Pi + 25Co): siembra en sustrato mezcla con 75% de corteza de pino y 25% de coco-soil. Tratamiento 3, T3 (50Pi + 50Pa): siembra en sustrato mezcla con 50% de corteza de pino y 50% de sustrato de palma. Tratamiento 4, T4 (50Pi + 50Co): siembra en sustrato mezcla con 50% de corteza de pino y 50% de coco-soil. Tratamiento 5, T5 (100Pa): siembra en sustrato de palma al 100%.

La unidad experimental se constituyó de 24 plantas, con una bordura perimetral de 16 plantas (dispuesta para evitar el “efecto borde”) y una unidad de observación (núcleo) de 8 plantas, las cuales fueron objeto de medición de las variables DC y HT.

Para la caracterización de la variable abundancia radicular (AR) se realizó conteo de las raíces secundarias mayores a 1 (un) cm de longitud y se determinaron tres categorías: Categoría I: poco abundante (menos de 20 raicillas). Categoría II: abundante (de 21 a 35 raicillas). Categoría III: muy abundante (mayor a 35 raicillas).

Posteriormente, se efectuó la determinación del peso en húmedo de todo el sistema radicular (raíz principal + raicillas secundarias), cortándose éste a la altura del cuello. También, se efectuó el pesaje en húmedo sólo de las raicillas secundarias y el secado en estufa a 105 ° C del sistema radicular hasta obtener peso constante.

Determinación del plantín con mejores aptitudes

Al finalizar los ensayos se tomaron dos plantines, representativos en altura, por cada réplica, para caracterizar el plantín con mejores aptitudes. Para ello se hizo uso de la tabla de la Cátedra de Silvicultura de la U.Na.F. de Cozzo, 1978 adaptada por Pérez, 2002.

También se determinó el Índice de esbeltez de Schmidt-Vogt (IE) (Schmidt-Vogt 1980). El IE relaciona la resistencia de la planta con la capacidad fotosintética de la misma (Toral, 1997). Valores bajos indican una planta más robusta y con menor probabilidad de daño en el sitio de plantación (Reyes Reyes *et al.*, 2005). Un valor de 1 es adecuado para plantas normales de *Pinus ponderosa* (Dengler *et al.* 1990). Para *Prosopis* debe ser menor a la unidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia del Sustrato en el Desarrollo de los Plantines.

Estadística Descriptiva para Diámetro de Cuello y Altura Total: Como puede observarse en el Cuadro 1 los valores de la media para la variable DC oscilaron entre 2,30 cm y 3,01 cm. Los tratamientos presentaron alta homogeneidad, destacándose T4 y T1 por presentar valores más bajos de dispersión.

Cuadro 1. Estimadores estadísticos para diámetro de cuello y altura total



Tratamiento	Diámetro de Cuello			Altura Total		
	Media	Desvío Estándar	CV	Media	Desvío Estándar	CV
	(mm)	(mm)	%	(cm)	(cm)	%
T1-75Pi+25Pa	2,37	0,12	4,88	13,55	2,42	17,83
T2-75Pi+25Co	2,30	0,20	8,70	13,63	0,96	7,09
T3-50Pi+50Pa	2,47	0,15	6,19	18,63	3,47	18,62
T4-50Pi+50Co	3,01	0,15	5,04	25,63	1,50	5,86
T5-100Pa	2,50	0,20	8,00	23,07	3,31	14,34
General	2,53	0,16	6,56	18,90	2,33	12,75

Salvo el T4 que presenta los valores más altos de diámetro de cuello, el rango para los restantes tratamientos es de 2,10 a 2,70. Los más altos valores de la media para la variable altura total se dieron para el T4 muy cercano al arrojado por el T5. Éstos prácticamente duplican a los presentados por los T1 y T2.

Efectos en el Diámetro del Cuello (DC).

Análisis Estadístico del Ensayo

Los residuos de la variable diámetro de cuello se distribuyeron normalmente según los resultados de la prueba analítica de Shapiro – Wilks (modificado), en la cual se obtuvo un p-valor = 0,1035. En la prueba de Levene se obtuvo un p-valor de 0,9647, por lo que se interpreta el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad (u homogeneidad de variancia de dichos residuos).

Una vez verificado el cumplimiento de los supuestos del ANAVA se procedió a realizar la prueba F. Los resultados se expresan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis de varianza. Variable: diámetro de cuello

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Prueba F	P Valor
Modelo	4	1,01	0,25	9,05	0.0023
Tratamientos	4	1,01	0,25	9,05	0.0023
Error	10	0,28	0,03		
Total	14	1,29			

Se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ensayados. Con base a los resultados anteriores se procedió a determinar, mediante la prueba de Tukey, entre las medias de cuales tratamientos hubo diferencia significativa (Cuadro 3).

Cuadro 3. Prueba de Tukey para diámetro de cuello



Tratamientos	Réplicas	Medias	Grupos Homogéneos
T2 - 75Pi + 25Co	3	2,30	A
T1 - 75Pi + 25Pa	3	2,37	A
T3 - 50Pi + 50Pa	3	2,47	A
T5 - 100Pa	3	2,50	A
T4 - 50Pi + 50Co	3	3,03	B

En esta prueba se formaron dos grupos homogéneos, con diferencias estadísticamente significativas para un nivel de significancia del 0,05. Los valores más altos de media de diámetro de cuello se registraron en el tratamiento en que se utilizó como sustrato, mezcla de corteza de pino compostada y coco soil en proporción (1:1).

Efectos en la Altura Total

El rango aceptable respecto a la relación altura total del plantín relacionado a la altura del envase (tomando un admisible 1,5 a 2) se dio en los T3, T4 y T5 para un plantín de 100 días en vivero apto a llevar a campo.

En los tratamientos T4 y T2 se registraron los menores valores de dispersión. Los tratamientos T1, T3 y T5, presentan valores parecidos y bajos de coeficiente de variación.

Análisis Estadístico del Ensayo

Los residuos de la variable altura total presentaron en el análisis de Shapiro Wilks (modificado) una distribución homogénea arrojando esta prueba un p-valor de 0,42 indicando que corresponde a una distribución normal. La prueba de homogeneidad de variancia arrojó un p-valor de 0,3043, dándose cumplimiento a este supuesto. Seguidamente se llevó a cabo la prueba de F, cuyos resultados se enuncian en el Cuadro 4

Cuadro 4. Análisis de varianza. Variable: altura total

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Prueba F	P valor
Modelo	4	356,85	89,21	13,92	0,0004
Tratamientos	4	356,85	89,21	13,92	0,0004
Error	10	64,10	6,41		
Total	14	420,95			

Para la variable altura total el análisis de varianza arrojó para la prueba F un valor de 13,92. La fuente de variación tratamientos produjo un p – valor de 0,0004 lo que expresa que para los tratamientos



efectuados existen diferencias estadísticas altamente significativas. En la prueba de Tukey se obtuvieron los grupos detallados en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Prueba de Tukey para altura total

Tratamientos	Réplicas	Medias (cm)	Grupos Homogéneos		
T1- 75Pi + 25Pa	3	13,55	A		
T2- 75Pi + 25Co	3	13,63	A		
T3- 50Pi + 50Pa	3	18,63	A	B	
T5- 100Pa	3	23,07		B	C
T4- 50Pi + 50Co	3	25,63			C

Ésta prueba originó tres grupos homogéneos formados a partir de los cinco tratamientos efectuados, con tres réplicas cada uno de ellos, para un nivel de significancia del 0,05.

El grupo C formado por el T4, es el representativo del valor máximo de altura total, no siendo estadísticamente diferente del T5. Los tratamientos con alto porcentaje de corteza de pino compostada (T1 y T2) no se diferencian estadísticamente.

La altura total, como variable indicadora de desarrollo del plantín, se mostró muy sensible a la variabilidad en la composición de sustratos utilizados siendo el tratamiento que produjo los más altos valores de media, el compuesto por corteza de pino compostada y coco soil en proporción (1:1), no encontrándose diferencias estadísticamente significativas respecto al compuesto por 100% palma ($\alpha = 0,05$).

Análisis de Laboratorio: efectos en el peso húmedo y seco del sistema radicular

A fin de complementar los resultados anteriores y evaluar la incidencia específica de los sustratos en el desarrollo de las raíces, se trabajó en laboratorio con los pesos húmedos y secos del sistema radicular (SR), es decir, incluyendo la raíz principal y las raíces secundarias.

Estadística Descriptiva

Los promedios más altos de peso húmedo se obtuvieron en los envases que contenían mayor proporción de residuo de estípite de palma en el sustrato mezcla (T3 y T5). Con relación a esta variable, la mayor homogeneidad se constató en raíces de plantas del T5. En tanto, la alta dispersión relativa entre raíces de plantas del T2 expresa una heterogeneidad importante (Cuadro 6).

Cuadro 6. Estimadores estadísticos del peso húmedo y seco del sistema radicular.

	PHSR (g)	PSSR (g)



Tratamiento	Media	C.V.	Media	C.V.
T1 - 75Pi + 25Pa	0,9753	30,34	0,1958	26,58
T2 - 75Pi + 25Co	0,6488	63,73	0,5730	76,23
T3 - 50Pi + 50Pa	1,3916	49,62	0,3421	15,34
T4 - 50Pi + 50Co	1,2913	39,55	0,5857	29,77
T5 - 100Pa	2,8512	19,22	0,5875	7,85

Se verificó, mediante el estimador estadístico promedio que, según la variable de control peso seco del sistema radicular, los tratamientos 5, 4 y 2 presentaron un similar comportamiento. El tratamiento con mezcla de corteza de pino compostada y coco soil en proporción (1:1) tuvo un comportamiento intermedio, sin ser el mejor.

En los tratamientos con mayor proporción de corteza de pino en la mezcla de sustrato (T1 y T2) se registraron los pesos promedios más bajos del sistema radicular.

Análisis estadístico del ensayo

Peso húmedo del sistema radicular

La prueba analítica de Shapiro – Wilks (modificado), en la cual se obtuvo un p-valor de 0,7510, demostró que los residuos de la variable peso húmedo del sistema radicular se distribuyeron normalmente.

En la prueba de Levene (efectuado con los residuos absolutos de la variable peso húmedo del sistema radicular) se logró un p-valor de 0,0994, verificándose el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad.

Constatados ambos supuestos se efectuó el ANAVA y la prueba F, cuyos resultados están expresados en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza para peso húmedo del sistema radicular.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Prueba F	P valor
Modelo	4	5,66	1,42	9,19	0,0022
Tratamientos	4	5,66	1,42	9,19	0,0022
Error	10	1,54	0,15		
Total	14	7,20			

Dado que el valor “p” es menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), se verifica la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

En el Cuadro 8 se expresan los resultados obtenidos en la prueba de Tukey, realizada con el objetivo de determinar entre promedios de cuáles de los tratamientos se dieron dichas diferencias estadísticas significativas.

**Cuadro 8.** Prueba de Tukey para peso húmedo del sistema radicular

Tratamientos	Réplicas	Medias (g)	Grupos Homogéneos
T1- 75Pi + 25Pa	3	0,78	A
T2- 75Pi + 25Co	3	0,79	A
T3- 50Pi + 50Pa	3	1,20	A
T4- 50Pi + 50Co	3	1,63	A B
T5- 100Pa	3	2,43	B

Esta prueba determinó la formación de dos grupos homogéneos, con diferencias estadísticas significativas para un nivel de confianza del 95 %. Los tratamientos T1, T2 y T3 son diferentes al T5, mientras que el T4 no se diferencia de ambos grupos.

Peso seco del sistema radicular

Esta variable si bien cumplió con el supuesto de normalidad, verificada mediante la prueba analítica de Shapiro Wilks, donde se obtuvo un p-valor = 0,4182, no satisfizo el supuesto de homocedasticidad a través de la prueba de Levene (p-valor = 0,0137).

Por esta razón se realizaron transformaciones de la variable (raíz cuadrada, logaritmo natural) a fin de examinar si de esta forma se podrían dar cumplimiento a los supuestos del análisis de variancia. Como estas modificaciones tampoco cumplieron dichos supuestos, se procedió a efectuar el análisis de los datos a través de la prueba no paramétrica de Kruskal -Wallis. Los resultados se expresan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis de variancia no paramétrica. Variable: peso seco del sistema radicular

Tratamientos	Réplicas	Medias (g)	Desvío Estándar (g)	Promedio Rangos	H	Valor P
T1- 75Pi + 25Pa	3	0,20	0,05	3,00	7,93	0,0941
T2- 75Pi + 25Co	3	0,43	0,26	7,67		
T3- 50Pi + 50Pa	3	0,34	0,05	6,33		
T4- 50Pi + 50Co	3	0,56	0,16	11,00		
T5- 100Pa	3	0,59	0,05	12,00		

Esta prueba demostró que no existen diferencias entre los tratamientos efectuados, ya que el valor fue mayor al nivel de significancia ($\alpha = 0,05$).

**Índice de Esbeltez (I. E.)**

Los valores de índices determinados para cada tratamiento se indican en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Índice de Esbeltez de Schmidt-Vogt.

Tratamiento	IE
T1- 75Pi + 25Pa	0,7064
T2- 75Pi + 25Co	0,6839
T3- 50Pi + 50Pa	0,6394
T4- 50Pi + 50Co	0,6597
T5- 100Pa	0,5805

Los primeros cuatro tratamientos tienen valores de IE muy parecidos, aunque el T1 es el que presenta el mayor valor. El IE obtenido con muestras del T5 fue notablemente inferior al resto.

Abundancia Radicular

Se realizó la contabilización de raicillas secundarias mayores a 1 cm de longitud, y con base a ello se efectuó la clasificación de las mismas.

El tratamiento que presentó la mayor abundancia radicular fue el T5 con 37, muy aproximado al valor arrojado por T4. En el extremo opuesto se ubica el T1 con escaso número de raicillas secundarias. Dentro de los tratamientos se registró una alta homogeneidad, tal como indica la columna de coeficiente de variación en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Estadísticos descriptivos de abundancia radicular.

Tratamiento	Media	Desvío estándar	Coficiente de Variación (%)
T1- 75Pi + 25Pa	13	1,53	11,46
T2- 75Pi + 25Co	15	2,00	13,33
T3- 50Pi + 50Pa	29	3,61	12,43
T4- 50Pi + 50Co	36	1,53	4,20
T5- 100Pa	37	1,53	4,09

Propiciaron una mayor abundancia radicular los tratamientos con mayor porcentaje de palma y coco soil, demostrándose una vez más a través de esta variable (así como en las evaluadas



anteriormente) que las mejores respuestas del plantín se produjeron cuando la mezcla del sustrato fue superior al 50 por ciento, ya sea de palma o coco soil. Las respuestas obtenidas (35 a 39 raicillas) en los T4 y T5 permitieron clasificarlas en la Categoría III (muy abundante). El tratamiento 3 por su parte, fue el representativo de la Categoría II con el rango de 26 a 33 raicillas secundarias. La Categoría I (poco abundante) estuvo formada por los tratamientos 1 y 2, variando entre 12 y 17 raicillas.

CONCLUSIONES

Para DC el tratamiento T4 que utilizó mezcla de corteza de pino compostada y coco soil (1:1) fue diferente estadísticamente de los restantes, registrando el mayor valor de media. Según HT, no existe diferencia estadística entre los tratamientos T4 y T5 (100 % palma), presentándose los restantes dentro del rango aceptable de la relación altura tallo/altura envase (1 – 1,5).

De acuerdo a PHSR, los T4 y T5 con los mayores valores de media resultaron diferentes estadísticamente de los restantes. Para PSSR no se registraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos efectuados.

Según el Índice de Esbeltez (IE), excepto el 100 % palma, el resto de los tratamientos tienen valores de IE muy parecidos, aunque el T1 (75Pi+25Pa) es el que presenta el mayor valor. El IE obtenido con muestras del T5 fue notablemente inferior al resto. Esto da la pauta de que mayores proporciones de palma y de coco soil en mezcla de sustrato permitiría obtener plantines aptos para campo antes de los 100 días.

Los tratamientos con mayor porcentaje de palma y coco soil propiciaron una mayor abundancia radicular, demostrándose que las mejores respuestas del plantín se produjeron cuando la mezcla del sustrato fue superior al 50 por ciento, ya sea de palma o coco soil.

La utilización de palma como sustrato demuestra cualidades benéficas para la especie *Prosopis alba* en la producción de plantines en vivero. Los tratamientos que utilizaron mezclas superiores al 50 % de palma y coco soil fueron los que mejores comportamientos para el desarrollo del plantín de algarrobo blanco presentaron.

Análisis Técnico de los Resultados para Tipos de Sustratos

Teniendo en cuenta las variables analizadas y en las condiciones en que fue efectuada la presente investigación, se puede afirmar que el plantín con mejores aptitudes (diámetro de cuello de 3 mm, altura total 25 cm, media de PHSR 2,4 gr., y de PSSR de 0,52 gr; IE medio de 0,6 y abundancia radicular de 37 raicillas) se logró con las combinaciones propuestas por T4 (50 % corteza de pino compostada + 50 % coco soil) y T5 (100 % corteza interna de estípote de palma).

Proporciones superiores al 50 % de palma y de coco soil no presentaron diferencias estadísticas significativas en la mayoría de las variables analizadas, por lo que puede optarse por los tratamientos que menores proporciones tanto de palma como de coco soil requieren, en beneficio del mejor aprovechamiento del recurso.

La utilización de corteza de pino en proporciones superiores al 50 % para la producción en vivero, no calificó para la producción eficiente de plantines de *Prosopis alba*.

BIBLIOGRAFÍA

- ABAD, M. 1991. Los sustratos hortícolas. En: II Congreso nacional de fertirrigación. Almería, 18 - 20 septiembre. Fundación para la investigación agraria en la provincia de Almería, pp 1 - 15.
- BARTOLLINI, F. y PETRUCCELLI, R. 1992. Materiales para la preparación de sustratos. Hortofruticultura. pp.1 1: 1 - 8.



- BURES, S. 1993. Congreso internacional de sustratos. Horticultura. pp 86 : 30 - 39 ;41.
- COZZO D. 1978. Valoración de la calidad silvicultural de plantas de vivero criadas en recipientes y destinadas a la implementación de bosques industriales (en: Actas del tercer Congreso Forestal Argentino. Buenos Aires, Argentina. pp 213-217).
- CROZON, J. y NEYROUD, J. 1990. Etude des caractéristiques physiques de quelques substrats en horticulture. Review Suisse. Viticulture, Arboriculture, Horticulture pp 22(6): 441-446.
- DENGLER A.; RÖHRIG E. und GUSSONE H.A. 1990. Waldbau auf ökologischer Grundlage. Zweiter Band. 6ª ed. Hamburg y Berlin, Alemania. Paul Parey. 314 p.
- DIAZ, D. E.; TESON, N. 2001. Ensayo de sustratos y fertilizantes para la producción de plantas de algarrobo amarillo *Prosopis nigra* var. *ragonesei* en vivero. XVI JORNADAS FORESTALES INTA Concordia. En: [http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/biblos/pdf/2001/posters/2001/126 Poster 9 Diaz -teson%Prosopis.pdf](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/biblos/pdf/2001/posters/2001/126%20Poster%209%20Diaz%20teson%20Prosopis.pdf)
- FAO. 1997. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Red latinoamericana de cooperación técnica en sistemas agroforestales. Serie: Zonas áridas y semiáridas, N° 12. 1997. Oficina Regional FAO para América Latina y Caribe. Santiago, Chile.
- GARCÍA, Y.de M. 2006. Situación actual y posibilidades del mercado de la harina de algarrobo (*Prosopis alba*) en la Argentina.
- HARTMANN, H; KESTER, D and DAVIES, F. 1990. Plant propagation, principles and practices. New Jersey, Prentice Hall. pp. 647.
- LUPIA, N. 2008. Efectos del tamaño de semilla, envase y tipo de sustrato en el desarrollo de plantines *Prosopis hassleri* Harms. Tesina. FRN. UNaF. Formosa. Argentina.
- MUÑOZ, G. A., MONTERO R.E. y TORAL I. M. 1987. Análisis de la incidencia de algunos factores que intervienen en la producción de plantas de *Eucalyptus camaldulensis* en vivero. Simposio Internacional sobre silvicultura y mejoramiento genético de especies forestales. Buenos Aires. Argentina.
- OTTONE, J. R. 1978. Técnicas silviculturales en el incremento de la productividad forestal. Acta Tercer Congreso Forestal Argentino. pp. 189-200. Delta del Paraná. Buenos Aires. Argentina.
- PAUL FORESTAL. Cartilla informativa. Administración: O'Higgins 242 - San Isidro - Buenos Aires Tel: (011) 4743 8601. Vivero: Ruta Nac. 14 km. 192 - Colonia Berduc - Entre Ríos Tel: (0345) 490 5118 En: www.paulforestal.com.ar. y en info@paulforestal.com.ar
- PÉREZ, V. R. 2002. Universidad Nacional de Formosa. Inédito: Valoración de la calidad silvicultural de plantines destinados a la forestación. Tabla adaptada de Domingo Cozzo.
- PLAN PROVINCIAL DE FORESTACIÓN. En: http://www.formosa.gov.ar/portal/index.php?u_page=obras_algarrobo&u_menu=obras_left&date=8-2006
- REYES REYES, J.; ALDRETE, A.; CETINA ALCALÁ, V.M.; LÓPEZ UPTON, J. 2005. Producción de plántulas de *Pinus pseudostrobus* var. *apulcencis* en sustratos a base de aserrín. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. Año/Vol. XI, número 002. Universidad Autónoma de Chapingo. México. Pp. 105 – 110.
- ROS y CALSINA, M. 1993. Cultivo sin sustrato: elección de sustrato. Horticultura.
- SCHMIDT – VOGT H. 1980. Characterization of plant material, IUFRO Meeting. S1.05-04 In Röhring E., Gussone H.A. Waldbau. Zweiter band. Sechste Auflage, Neubearbeitet. Hamburg und Berlin, 1990. 314 p.
- TERRES, V.; ARTEXTE, A.; y BEUNZA, A. 1997. Caracterización física de los sustratos de cultivo. Revista Horticultura N° 125.
- THOMPSON, 1985. Seedling morphological evaluation. What you can tell by looping. Proceeding of the workshop. Forest Res. Laboratory Oregon State University. Corvallis.
- TORAL, I. 1997. Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento Técnico 1. Programa de desarrollo forestal integral de Jalisco. SEDER., Fundación Chile, Consejo Agropecuario de Jalisco. México
- WARD, T.M.; DONNELLY, J.R.; CARL, C.H. 1981. The effects of containers and media on sugar maple seedling growth. Tree planters' notes - Summer.

1. INTRODUCCIÓN (Título en Arial 10 - negrita - alineados a la derecha)

Cuerpo en Arial 10 – Justificado - Todo el Texto (títulos incluidos Espaciado Anterior 6 pto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS



Idem Introducción

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Idem Introducción

Cuadro ... Título del cuadro en Arial 10 – justificado – Por encima del Cuadro – Ubicado lo mas cerca posible de su primer mención en el texto.

Se sugiere cuadro con encabezados en negrita y líneas solo separando el encabezado del cuerpo. Letra Arial, preferiblemente 10, pero puede reducirse ante necesidad.

Ej:

Cuadro 1. Material seminal de *Eucalyptus grandis* utilizado

Código	Fuente Semillera
HSP	Huerto Semillero de Progenies, orígenes varios. Nro. INASE 6E3066JE
RSK	Rodal Semillero, origen Kendal (NSW). Nro. INASE 5E3066JE
RSG	Rodal Semillero, origen Gympie. Nro. INASE 4E3066JE

Gráfico ... Título del gráfico en Arial 10 – justificado – Por debajo del gráfico – Ubicado lo mas cerca posible de su primer mención en el texto.

Tipo y tamaño del gráfico bajo conveniencia del autor.

Ej:

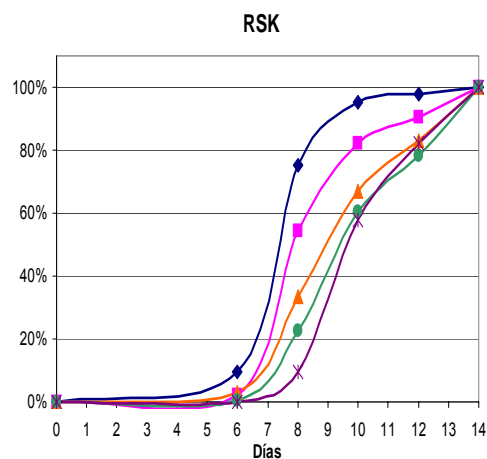


Gráfico 3. Velocidad de germinación de las semillas de *E. grandis* en cada fracción de tamaño, para las tres fuentes semilleras. El porcentaje expresado es en función al total de semilla germinada en cada fracción a los 14 días.



4. CONCLUSIONES

Idem Introducción

5. LITERATURA CITADA

AUTOR/ES. Año. Título. Editorial. Lugar. Páginas

Las secciones (introducción, Materiales, etc.) son orientativas y pueden no estar todas presentes.