

APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN EN VIVERO PARA DOS VARIEDADES DE PINO EN EL DISTRITO DE SANTO TOMÁS PROVINCIA DE CHUMBIVILCAS REGIÓN CUSCO

Lenin Bobadilla Triveño^{1,a}, Teodoro Huarhua Chipani^{1,b}, Edgar Virgilio Bedoya Justo^{1,c}

RESUMEN

Objetivo. Evaluar el efecto de aplicación de tecnología de producción en vivero para dos variedades de Pino. Con una población de 1 200 plántulas. **Materiales y método.** Se utilizó el diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 2 factores con tres repeticiones haciendo un total de 24 unidades experimentales. Se empleó la técnica (ANVA) con una probabilidad F de 0,05 y 0,01 y la prueba de Duncan al 95% de confiabilidad. **Resultados.** En todo el experimento se logró obtener un porcentaje de prendimiento de 92,54%, donde el T5: a2b1 (humus 40% + variedad Radiata) logró el 100% de prendimiento, T6: a2b2 (humus 40% + variedad Pátula) logró 92,33%, T3: a1b1 (humus 30% + variedad Radiata) con 97,33%, T4: a1b2 (humus 30% + variedad Pátula) con 91,33%, T7: a3b1 (humus 60% + variedad Radiata) logró 96,33% de prendimiento, T8: a3b2 (humus 60% + variedad Pátula) con 88% de prendimiento; finalmente, T1: a0b1 (testigo + variedad Radiata) con 89,33% de prendimiento, T2: a0b2 (testigo + variedad Pátula) con 85,33%. Mayores efectos tuvo el T5: a2b1 y T4: a2b2.

Palabras clave: Pino; Humus; Plántulas.

APPLICATION OF NURSERY GARDEN PRODUCTION TECHNOLOGY FOR TWO PINE VARIETIES IN THE DISTRICT OF SANTO TOMAS PROVINCE OF CHUMBIVILCAS CUSCO REGION

ABSTRACT

Objective. To evaluate the effect of application of production technology in nursery for two varieties of pine. With a population of 1 200 seedlings. **Materials and method.** The completely randomized experimental design was used with a factorial arrangement of 2 factors with three repetitions making a total of 24 experimental units. The technique (ANVA) was used with a probability F of 0.05 and 0.01 and the Tukey test at 95% reliability. **Result.** The percentage of capture was obtained 92.54% of all in the experiment, where the T5: a2b1 (humus 40% + Radiata variety) achieved 100% of sequestration, T6: a2b2 (40% humus + Paula variety) achieved 92.33%, T3: a1b1 (30% humus + Radiata variety) with 97.33%, T4: a1b2 (30% humus + Patula variety) with 91.33%, T7: a3b1 (60% humus + Radiata variety) achieved 96.33% of capture, T8: a3b2 (humus 60% + variety Paula) with 88% of finally T1: a0b1 (control + Radiata variety) with 89.33% of capture, T2: a0b2 (control + variety) Patula) with 85.33%. Greater effects had the T5: a2b1 and T4: a2b2.

Key words: Pine, Humus, Seedlings

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua Perú.

^a Bachiller en Ingeniería Agronómica. Tesis para Título Universitario. e-mail: limbotri-@hotmail.com

^b Ingeniero agrónomo. e-mail: teodoro:301989@hotmail.com

^c Docente ordinario. Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. e-mail: ebedoya@ujcm.edu.pe

INTRODUCCIÓN

Desde 1870, la reforestación en la sierra del Perú se ha venido realizando tradicionalmente con (*Eucalyptus globulus*). En los últimos años, también se ha utilizado el pino ⁽¹⁾. Por otro lado, se ha incrementado considerablemente la producción de planta de tipo forestal en nuestro país con diversos propósitos. La calidad de las plantas forestales depende fundamentalmente del sustrato que se emplea para su desarrollo, que del tamaño de las bolsas en que se coloca el sustrato.

Las plántulas de pino, (*Pinus radiata* y *Pinus pátula*) necesitan un sustrato apropiado para el desarrollo de las raíces en tiempo mínimo a lo que se obtiene en la actualidad, dentro de las actividades de producción de los plantones en vivero forestal, el punto de gran importancia es el sustrato en el cual se han de desarrollar las plántulas desde los primeros estadios hasta su salida a campo definitivo, siendo este uno de los factores que en la actualidad viene ocasionando pérdidas significativas en la producción de plántulas pino ^(2, 3).

Las alternativas para tener un mayor éxito en la producción de plántulas de pino es la aplicación de una nueva tecnología de producción, de manera que ayuden el desarrollo radicular, en general, la característica del sustrato es de gran importancia para el desarrollo adecuado de las plántulas en vivero. A nivel mundial la deforestación efectivamente ocasiona efectos negativos como erosión de suelos a falta de cobertura vegetal ⁽⁴⁾. El pino es una planta de alto valor ecológico, por tanto, de mucha importancia para programas y proyectos de forestación en los últimos tiempos a nivel, nacional e internacional. Sobre todo para el establecimiento de plantaciones forestales.

Por una producción que no satisface las necesidades propuestas por instituciones públicas y privadas, por tanto, en la presente investigación se planteó la aplicación de humus en diferentes porcentajes, como una nueva tecnología de producción de plántulas de pino en vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en el vivero de la municipalidad de Santo Tomás, Chumbivilcas,

Cusco, durante los meses de abril hasta agosto de 2017, a una altitud de 3 486 m.s.n.m.

Población

La población está conformada 1 200 plántulas de pino, 24 unidades experimentales, 50 plántulas por unidad experimental y 150 plántulas por tratamiento.

Muestra

La muestra estuvo compuesta por 96 plántulas, sub muestras por 480 plántulas los mismos se obtuvieron de las 24 unidades experimentales, se seleccionó 3 muestras y 15 sub muestras de cada uno de los tratamientos. En el proceso de la investigación, en los primeros 30 días se obtuvo 3 muestras de plántulas de pino y 15 sub muestras, a los 60 días 3 muestras plántulas de pino y 15 sub muestras, a los 90 días 3 muestras de plántulas de pino y 15 sub muestras, a los 120 días 3 muestras y 15 sub muestras de forma aleatoria en todo el proceso de la investigación.

Parámetro evaluado

Porcentaje (%) de prendimiento, altura de plántulas, número de hojas, longitud de raíz, número de raíces y materia seca de raíz, en un intervalo de 30, 60, 90 y 120 días.

Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial de 2 factores (AxB), con tres repeticiones, 8 tratamientos y 24 unidades experimentales con una prueba de medias de Duncan y Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Tabla 1. Factores de estudio evaluados por producción de pino

Factores de estudio			
A	Niveles de A	B	Niveles de B
a ₀	Sin humus	b ₁	Variedad Radiata
a ₁	Humus (30%)+ sustrato testigo (70%)	b ₂	Variedad Pátula
a ₂	Humus (40%)+ sustrato testigo (60%)		
a ₃	Humus (60%)+ sustrato testigo (40%)		

Donde: A= Humus y B= Variedad

Tabla 2. Combinación factorial del experimento

Variedades = b	b ₁	b ₂
Humus =a		
a ₀	a ₀ b ₁	a ₀ b ₂
a ₁	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂
a ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₁
a ₃	a ₃ b ₁	a ₃ b ₂

Tabla 3. Tratamientos del experimento

T1	a ₀ b ₁	=	(sin Humus) + (pino radiata)
T2	a ₀ b ₂	=	(sin Humus) + (pino pátula)
T3	a ₁ b ₁	=	(Humus 30 %) + (pino radiata)
T4	a ₁ b ₂	=	(Humus 30 %) + (pino pátula)
T5	a ₂ b ₁	=	(Humus 40 %) + (pino radiata)
T6	a ₂ b ₂	=	(Humus 40 %) + (pino pátula)
T7	a ₃ b ₁	=	(Humus 60 %) + (pino radiata)
T8	a ₃ b ₂	=	(Humus 60 %) + (pino pátula)

RESULTADOS

El porcentaje de prendimiento, a los 120 días, se muestra en la tabla 4 del ANVA, Los resultados obtenidos son altamente significativos para el humus y variedad, ya que se encontró significancia estadística en la interacción “humus por variedad”; lo cual indica que los componentes importantes intervinieron dependientes, consecuentemente, fue necesario realizar el análisis de efectos simples. El CV de 1,27% es confiable para el ensayo.

Tabla 4. Análisis de Varianza (ANVA) de porcentaje de prendimiento

FV	GL	SC	CM	FC	FT	Sig
					0,05– 0,01	
Humus	3	269,1	89,708	65,242	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	247,0	247,042	179,667	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	15,8	5,264	3,828	3,24 - 5,29	*
Error Ex.	16	22,0	1,3750			
Total	23	553,9				

Tal como se aprecia en la prueba de Tukey 0,05 (tabla 5), se halló alta significancia al combinar el humus con b1 y b2. Existe diferencia altamente significativa al combinar la variedad con a0, a1, a2 y a3.

Tabla 5. ANVA de efectos simples

FV	GL	SC	CM	F	F tabular	Sig
				calculada	0,05 – 0,01	
A en b ₁	3	186,250	62,083	45,152	3,24 - 5,29	**
A en b ₂	3	98,667	32,889	23,919	3,24 - 5,29	**
B en a ₀	1	24,000	24,000	17,455	4,49 - 8,33	**
B en a ₁	1	54,000	54,000	39,273	4,49 - 8,33	**
B en a ₂	1	80,667	80,667	58,667	4,49 - 8,33	**
B en a ₃	1	104,167	104,167	75,758	4,49 - 8,33	**
Error	16	553,958	1,375			

Efectos simples de Tukey para porcentaje de prendimiento a los 120 días se muestra en la tabla 6. Indica para el humus diferencias estadísticas al combinar con los niveles de variedad siendo el promedio más alto la a2b1 con 100% continuado del a1b1 con 97% quedando como último la a0b2 con 85,33%.

Tabla 6. Prueba de significancia de Tukey 0,05 de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 120 días de humus x variedad

A en b1	%	Sig 0,05	A en b2	%	Sig 0,05
a ₂	100,00	a	a ₂	92,67	a
a ₁	97,33	ab	a ₁	91,33	ab
a ₃	96,33	bc	a ₃	88,00	bc
a ₀	89,33	c	a ₀	85,33	c

Se aprecia que la variedad presenta diferencias estadísticas al realizar la combinación con los niveles de humus, siendo el mayor promedio en la combinación b1a2 con 100% continuado del b1a1 con 97,33% quedando como último lugar la b2a0 con 85,33%.

Tabla 7. Prueba de significancia de Tukey 0,05 de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 120 días variedad por humus

B en a0	%	Sig 0,05	B en a1	%	Sig 0,05	B en a2	%	Sig 0,05	B en a3	%	Sig 0,05
b ₁	89,33	a	b1	97,33	a	b ₁	100,00	a	b ₁	96,33	a
b ₂	85,33	b	b2	91,33	b	b ₂	92,67	b	b ₂	88,00	b

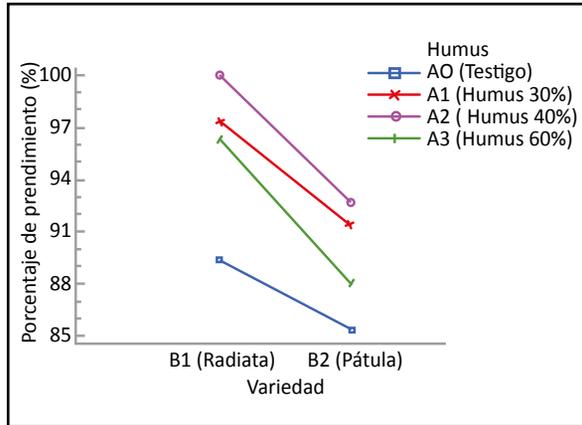


Figura 1. Interacción humus x variedad para porcentaje de prendimiento a los 120 días

Se observa la interacción de humus por variedad de porcentaje de prendimiento a los 120 días, nos muestra que el a2 humus 40% tiene mayor efecto combinado con b1 variedad Radiata seguido por a1 humus 30% combinado con b1 variedad Radiata.

DISCUSIÓN

De manera general todas las variables de respuesta obtuvieron un comportamiento propio de uno del otro, cabe destacar para las variables estudiadas con la aplicación de humus al 40% tuvo mejor comportamiento en el desarrollo de las plántulas, así como también el desarrollo radicular y porcentaje de prendimiento. Caso de las variedades se mostró diferencia significativa, de acuerdo a los resultados logrados se menciona que a2 humus al 40% obtuvo mayores resultados en la combinación b1 de la misma forma en la interacción humus x variedad tubo diferencia destacado el a2 (humus 40%) + b1 (variedad Radiata).

La aplicación de humus y variedad en vivero incrementó significativamente la producción de plántulas de pino a los 120 días se alcanzó un 92,54% de prendimiento en todo en experimento,

donde el T5: a2b1 (humus 40% + variedad Radiata) logró el 100% de prendimiento, T6: a2b2 (humus 40% + variedad Pátula) logró 92,33%, seguido por el T3: a1b1 (humus 30% + variedad Radiata) con 97,33%, T4: a1b2 (humus 30% + variedad Pátula) con 91,33%, T7: a3b1 (humus 60% + variedad Radiata) logró 96,33% de prendimiento, T8: a3b2 (humus 60% + variedad Pátula) con 88% de prendimiento; finalmente, T1: a0b1 (testigo + variedad Radiata) con 89,33% de prendimiento, T2: a0b2 (testigo + variedad Pátula) con 85,33%.

Según los resultados obtenidos se encuentra la comparación con el siguiente investigador.

Sánchez (2013) ha obtenido con la aplicación de humus de lombriz + 400, 800, 1 200 gr de micorriza + tierra agrícola y arena (T4, T5, T6). La capacidad germinativa de la semilla 93,5 84,2 y 80,3%⁽⁵⁾.

Cáceres (2013) ha llegado al siguiente resultado donde menciona que el mejor sustrato fue el sustrato 1 (tierra agrícola) con un 66,65%⁽⁶⁾.

Melgarejo (2017) a los 150 días obtuvo mayor número de plantas vivas con el tratamiento tierra micorrizada con una cantidad de 82,63%, hongo fresco de 78,94%, hongo molido 78,83%, raicilla de pino 73,63% y sin tratamiento 53,83%⁽⁷⁾.

CONCLUSIONES

La producción de plántulas de pino con la aplicación de tecnología de producción en vivero, a los 120 días alcanzó el 92,54% de prendimiento en todo el experimento.

Con la aplicación de tecnología de producción en vivero se logró obtener mayores resultados en el T5: a2b1 (humus 40% + variedad Radiata) tuvo mayor efecto con un 100% de prendimiento y T6: a2b2 (humus 40% + variedad Pátula) tuvo mayor

efecto con 92,66% de prendimiento. De acuerdo a las evaluaciones efectuadas a2 humus 40% obtuvo mejores resultados en las variedades en estudio. La variedad de igual forma tuvo un efecto en el porcentaje de prendimiento donde b1 (variedad Radiata) tuvo mayor efecto con 100% seguido por b2 (variedad Pátula) con 92,66%.

Se evaluó el desarrollo radicular de las plántulas de pino a los 120 días, donde se aprecia que T5 a2b1 logró mejores resultados en longitud de raíz con 15,50 cm, seguido del T3 a1b1 con 13,23 cm.

El costo de la producción de plántulas de pino en vivero para la variedad Radiata muestra un costo de s/ 0,54 en el T5 combinación a2b1, en comparación de la variedad Pátula muestra un costo de s/ 0,58 en el tratamiento T6 en la combinación a2b2.

Finalmente, se recomienda utilizar la combinación a2b1 en la producción de plántulas de pino en el vivero, porque se comprobó mayor efecto sobre las variables estudiadas. Se sugiere seguir investigando la producción de plántulas de pino variedad *Pátula* en diferentes pisos ecológicos con la combinación a2b2, así como utilizar plántulas de variedad *Radiata* en condiciones de vivero, aplicando humus a2 40%,

y se sugiere realizar el proceso de desinfección para eliminar la presencia de enfermedades en el proceso de producción de plántulas de pino.

Contribución de los autores

Los autores han participado en la concepción y diseño del proyecto de investigación, análisis e interpretación de los datos, asesoría estadística, así como la redacción y revisión crítica del artículo.

Agradecimiento

Los autores agradecen a todos y cada una de las personas que apoyaron en la ejecución de la investigación. Al Abogado David Rubén Vera Castillo alcalde de la Municipalidad Provincial de Chumbivilcas.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Fuente financiamiento

Autofinanciado

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Servicio Nacional Forestal y de la Fauna Silvestre - SERFOR. *Anuario forestal*. 2015.
2. Oliva, M. *Manual vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa*. 2014.
3. Fernández, I. *Manual de usuario Pinus radiata*. 1996 Recuperado el 22 de agosto del 2016.
4. Aldama, R. *Análisis del crecimiento en plantaciones de Pinus radiata*. 2012.
5. Sánchez. *Influencia de sustratos activos para el crecimiento de pino (Pinus radiata DON) producidos bajo condiciones del vivero forestal en la comunidad de Cuticsa*. 2013.
6. Cáceres, I. *Efecto de cristales hidrosolubles (hidrosorb*), frecuencias de riego y sustratos en el almácigado de pino Pinus radiata D. DON*. 2013. Tesis inédita para optar el título de ingeniero Agrónomo.
7. Melgarejo R. *Producción de plantones de pino (Pinus radiata D. DON) con cuatro tipos de micorrización en el distrito de San Marcos Provincia de Huari Region Ancash*. Tesis pregrado. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui de Moquegua, Moquegua; 2017.

Correspondencia: Lenin Bobadilla Triveño

Dirección: Facultad de Ingeniería de la Universidad José Carlos Mariátegui, Ciudad Universitaria - C.P. San Antonio S/N, Moquegua – Perú.

Correo electrónico: limbotri-@hotmail.com