

RESUMEN

Protocolos de producción para dos especies forestales en el invernadero de la ESFOR;

Observando la necesidad de establecer relaciones entre sustratos y riego que mejoren crecimiento y desarrollo de plantines se propuso esta investigación, donde se busca la propagación de dos especies forestales en el invernadero de la ESFOR-UMSS, sabiendo que los factores más importantes es el sustrato y el riego, que contribuyen directamente en la velocidad de crecimiento y la calidad de plantas que se propagan. Así, el presente estudio realizado en plantines de *Catalpa bignonioides* y *Eucalyptus camaldulensis*, buscó determinar y comparar el efecto de tres tipos de sustrato y dos frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de estas especies. Estos sustratos (S1, S2 y S3) fueron formulados en base a cuatro materiales: limo, tierra negra, tierra vegetal y compost de producción tradicional y utilizados en el Vivero Forestal de la Escuela de Ciencias Forestales de la UMSS. Las variables evaluadas fueron altura, diámetro de cuello y el número de hojas por planta. Los resultados mostraron que para la especie forestal *Catalpa bignonioides* la utilización del sustrato S2 (limo, tierra negra, tierra vegetal y compost en proporción 2:2:4:2) y la frecuencia de riego R2 (pasado un día) presentó mejor desarrollo en los plantines y para la especie forestal *Eucalyptus camaldulensis* la utilización del sustrato S1 (limo, tierra negra, tierra vegetal y compost en proporción 4:3:2:1) y la frecuencia de riego R2 (pasado un día) presentó mejor desarrollo en los planta en altura, diámetro y número de hojas por planta; mientras que con la utilización del sustrato S1 (limo, tierra negra, tierra vegetal en proporción 4:3:3) presentó los menor desarrollo en altura, diámetro y número de hojas por planta.

Palabras clave: ESPECIE FORESTAL; MANEJO FORESTAL; CATALPA (*Catalpa bignonioides*); EUCALYPTO (*Eucalyptus camaldulensis*).

SUMMARY

Production protocols for two forest species in the ESFOR greenhouse; Noting the need to establish relationships between substrates and irrigation that improve growth and development of seedlings, this research was proposed, which seeks the propagation of two forest species in the ESFOR-UMSS greenhouse, knowing that the most important factors are the substrate and irrigation, which directly contribute to the speed of growth and the quality of plants that are propagated. Thus, the present study carried out on *Catalpa bignonioides* and *Eucalyptus camaldulensis* seedlings sought to determine and compare the effect of three types of substrate and two irrigation frequencies on the growth and development of these species. These substrates (S1, S2 and S3) were formulated based on four materials: silt, black earth, topsoil and compost of traditional production and used in the Forest Nursery of the School of Forest Sciences of the UMSS. The variables evaluated were height, neck diameter and the number of leaves per plant. The results showed that for the forest species *Catalpa bignonioides* the use of the S2 substrate (silt, black earth, topsoil and compost in a 2: 2: 4: 2 ratio) and the frequency of irrigation R2 (after one day) presented better development in the seedlings and for the forest species *Eucalyptus camaldulensis* the use of the substrate S1 (silt, black earth, topsoil and compost in a 4: 3: 2: 1 ratio) and the frequency of irrigation R2 (after one day) presented better development in the plant in height, diameter and number of leaves per plant; While with the use of the substrate S1 (silt, black earth, topsoil in a 4: 3: 3 ratio) it presented the lowest development in height, diameter and number of leaves per plant.

Keywords: FOREST SPECIES; FOREST MANAGEMENT; CATALPA (*Catalpa bignonioides*); EUCALYPTO (*Eucalyptus camaldulensis*).

ÍNDICE DE CONTENIDO

	N° página
I.	INTRODUCCIÓN..... 1
1.1.	Objetivos.....3
1.1.1.	Objetivo general3
1.1.2.	Objetivo específico3
1.2.	Hipótesis3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA..... 4
2.1.	Especies estudiadas4
2.1.1.	Descripción de la especie Catalpa4
2.1.2.	Descripción de la especie China Eucaliptus6
2.2.	Vivero forestal8
2.2.1.	Definición de vivero forestal8
2.2.2.	Tipos de viveros forestales8
2.3.	Partes de un vivero forestal.....9
2.3.1.	Vivero con sistema de producción tecnificado.....9
2.4.	Actividades desarrolladas en el vivero forestal10
2.4.1.	Aplicación de tratamientos pre-germinativos.....10
2.4.2.	Siembra.....11
2.4.3.	Repique.....11
2.4.4.	Riego.....12
2.4.5.	Deshierbe.....12
2.5.	Sistema de producción en un vivero forestal12
2.6.	Crecimiento de plantas.....13
2.6.1.	Definición de crecimiento13
2.6.2.	Análisis matemático del crecimiento.....14
2.7.	Factores que influyen en el crecimiento durante su propagación.....17
2.7.1.	Riego.....17
2.7.2.	Sustrato18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS..... 19
3.1.	Ubicación.....19
3.2.	Materiales.....20

3.3.	Métodos	21
3.3.1.	Criterios de selección de especies	21
3.3.2.	Adquisición de semillas.....	21
3.3.3.	Preparación de la cama de almacigo.....	21
3.3.4.	Siembra.....	23
3.3.5.	Proporción de las mezclas de los sustratos a evaluar	25
3.3.6.	Preparación de los sustratos.....	26
3.3.7.	Llenado de envases	27
3.3.8.	Repique	27
3.4.	Diseño experimental	29
3.4.1.	Croquis del experimento.....	29
3.4.2.	Variables de respuesta	30
3.4.3.	Selección de individuos a evaluar	30
3.4.4.	Modelo estadístico.....	31
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1.	Análisis del porcentaje de prendimiento.....	33
4.1.1.	Porcentaje de germinación.....	33
4.1.2.	Porcentaje de prendimiento	33
4.2.	Desarrollo de plantines	35
4.2.1.	Crecimiento en altura de la especie <i>Catalpa bignonioides</i>	35
4.2.2.	Crecimiento en diámetro de la especie <i>Catalpa bignonioides</i>	38
4.2.3.	Crecimiento en altura de la especie <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	40
4.2.4.	Crecimiento en diámetro de la especie <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	43
4.2.5.	Número de hojas de la especie <i>Catalpa bignonioides</i>	45
4.2.6.	Número de hojas de la especie <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	48
4.3.	Elaboración de los protocolos de producción	50
V.	CONCLUSIONES.....	51
VI.	RECOMENDACIONES.....	52
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
VIII.	ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº página

Figura 1. Aspecto general y detalle de las flores en mayo y detalle de los frutos en agosto	4
Figura 2. Aspecto general y detalle de las flores y corteza	6
Figura 3. Curva sigmoidea del crecimiento. Se distinguen las tres fases: Exponencial (a), Linear (b) y de senescencia (c).	16
Figura 4. Curva acampanada de la tasa de crecimiento. Se distinguen las tres fases: Exponencial (a), Linear (b) y de senescencia (c).....	16
Figura 5. Mapa de ubicación del area de estudio	19
Figura 6. Habilitación de cama de almacigo y nivelación de sustrato	22
Figura 7. Preparación de cama de almacigo tradicional para la especie <i>Eucalyptus</i> <i>camaldulensis</i>	23
Figura 8. Siembra para la especie forestal <i>Catalpa bignonioides</i>	24
Figura 9. Siembra para la especie forestal <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	25
Figura 10. (a) Zarandeado del sustrato, (b) Preparación de la mezcla	26
Figura 11. Llenado de envase y aforado para el proceso del repique.....	27
Figura 12. (a) plántulas de <i>Catalpa</i> , (b) repique de las plántulas	27
Figura 13. (a) plántulas de <i>Eucaliptus</i> , (b) repique de las plántulas en las bandejas.....	28
Figura 14. Porcentaje de prendimiento de la especie forestal <i>Catalpa</i>	34
Figura 15. Porcentaje de prendimiento de la especie forestal <i>Eucaliptus</i>	35
Figura 16. Efecto del sustrato en el incremento en altura de planta.....	37
Figura 17. Efecto del sustrato en el incremento en diámetro de planta.....	40
Figura 18. Efecto del sustrato en el incremento en altura de planta.....	42
Figura 19. Efecto de la frecuencia de riego sobre el incremento en diámetro de planta....	45
Figura 20. Efecto del sustrato sobre el número de hojas por planta.....	47
Figura 21. Efecto de tipo de sustrato sobre el número de hojas por planta.	50

ÍNDICE DE CUADROS

	N° página
Cuadro 1. Composición de los sustratos a evaluar.....	26
Cuadro 2. Tratamientos silviculturales según interacción de factores a considerar.....	29
Cuadro 3. Esquema de campo.....	30
Cuadro 4. Porcentaje de prendimiento por tipo de sustrato, bandeja y frecuencia de riego.....	33
Cuadro 5. Porcentaje de prendimiento por tipo de sustrato, bandeja y frecuencia de riego.....	34
Cuadro 6. Promedio del incremento en altura de planta, por efecto de frecuencia de riego y tipo de sustrato.....	36
Cuadro 7. Análisis de varianza de la altura de planta a los ciento veinte días (ANVA).....	36
Cuadro 8. Prueba de Tukey con una confiabilidad del 95% del efecto de los sustratos sobre la altura de plantines	37
Cuadro 9. Promedio del incremento en diámetro de planta, por efecto de frecuencia de riego y tipo de sustrato	38
Cuadro 10. Análisis de varianza del diámetro de planta a los ciento veinte días (ANVA).....	39
Cuadro 11. Prueba de Tukey con una confiabilidad del 95% del efecto de los sustratos sobre el diámetro de plantines	39
Cuadro 12. Promedio del incremento en altura de planta, por efecto de frecuencia de riego y tipo de sustrato.....	41
Cuadro 13. Análisis de varianza de la altura de planta a los ciento veinte días (ANVA).....	41
Cuadro 14 . Prueba de Tukey con una confiabilidad del 95% del efecto de los sustratos sobre la altura de plantines	42
Cuadro 15. Promedio del incremento en diámetro de planta, por efecto de frecuencia de riego y tipo de sustrato	43
Cuadro 16. Análisis de varianza del diámetro de planta a los ciento veinte días (ANVA).....	44
Cuadro 17. Prueba de Tukey con una confiabilidad del 95% del efecto de los sustratos sobre el diámetro de plantines	44
Cuadro 18. Promedio del incremento del número de hojas por planta, por efecto de frecuencia de riego y tipo de sustrato	46
Cuadro 19. Análisis de varianza del número de hojas de las plantas.....	46

Cuadro 20. Prueba de Tukey con una confiabilidad del 95% del efecto de los sustratos sobre el número de hojas/planta	47
Cuadro 21. Promedio del incremento en diámetro de planta, por efecto de frecuencia de riego y tipo de sustrato.	48
Cuadro 22. Análisis de varianza del número de hojas de las plantas.....	49
Cuadro 23. Prueba de Tukey con una confiabilidad del 95% del efecto de los sustratos sobre el diámetro de plantines	49

I. INTRODUCCIÓN

Debido a los fuertes problemas de deforestación, a la pérdida de biodiversidad biológica que sufre Bolivia surge la gran necesidad de reforestar; los viveros pueden funcionar no sólo como fuente productora de plantas, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies introducidas de interés, con la finalidad de propiciar plántulas de especies nativas y/o exóticas que permitan su caracterización, selección y manejo. Esto permitirá diseñar, conocer y adecuar las técnicas más sencillas para la propagación masiva de esas especies.

Muchos tipos de contenedores han sido probados en los viveros forestales norteamericanos durante los últimos 25 años, pero el contenedor perfecto todavía no ha sido desarrollado. En realidad, un tipo determinado de contenedor no puede satisfacer las necesidades de cada viverista, a causa de las diferencias en las prácticas culturales en cada vivero, o debido a las condiciones del sitio de plantación. El mejor contenedor para determinado propósito, dependerá de los objetivos específicos del vivero y del sistema de plantación. Las propiedades del contenedor ideal para la producción de plantas forestales han sido cuestión de debate durante muchos años. Aunque los contenedores pueden ser comparados en muchas formas distintas, la más apropiada está en relación con su funcionalidad. La función primaria de cualquier contenedor es contener una pequeña cantidad de sustrato, que a su vez abastece a las raíces con agua, aire, nutrientes minerales, y además provee soporte físico mientras la planta está aún en el vivero (Landis 1990).

Sin embargo, los contenedores para especies forestales deben cumplir con otras funciones que reflejan los requerimientos especiales para plantaciones forestales de conservación o comerciales. Algunas características dan forma al crecimiento de la planta en el vivero, como es el caso del diseño de propiedades para evitar un crecimiento radical en espiral. Otras características operativas de los contenedores están relacionadas con consideraciones económicas y de manejo, tanto en el vivero como en el lugar de plantación.

El vivero forestal es un lugar destinado a la propagación de árboles. Busca producir plantones en número y calidad suficientes para cumplir con las necesidades de sus clientes a un costo razonable. La calidad se define en función de los objetivos de la plantación; así, una plántula de calidad para una plantación con fines maderables posee características diferentes a una utilizada en un programa de arborización urbana.

Los viveros forestales proveen una serie de condiciones hídricas, climáticas, fitosanitarias, edáficas y nutricionales que favorecen el crecimiento y desarrollo de los plantines. A través del riego se administra el agua que permite el desarrollo de todos los procesos metabólicos de la planta. La temperatura y la radiación solar se regulan mediante el uso de tinglados. Las plagas y ataques de insectos se controlan con el uso de agroquímicos y prácticas culturales adecuadas. Finalmente, los nutrientes que participan en el crecimiento se otorgan a través del sustrato.

El sustrato es el medio que provee de agua, nutrientes, aire y soporte a la planta. Posee un conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas originadas en los materiales que lo componen; entre estos se pueden mencionar a la tierra de chacra, el compost, la arena de río, el musgo y el estiércol descompuesto. De dichas propiedades, las físicas son determinantes pues luego de instalada la planta no se pueden modificar; a diferencia de las químicas y biológicas, que a través de enmiendas pueden variar.

Observando la necesidad de establecer relaciones entre sustratos y riego que mejoren crecimiento de plantines se propuso esta investigación; que busca contribuir al conocimiento de sustratos, frecuencia de riego y el uso de envase apropiado que favorezcan el crecimiento y desarrollo de plantines de dos especies forestales, *Catalpa bignonioides*, Walt y *Eucalyptus camaldulensis*, Dehnh. En su fase de propagación en vivero de la ESFOR-UMSS.