

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**CRECIMIENTO Y RELACIÓN DEL
TALLO – RAÍZ EN PLANTONES DE
CINCO ESPECIES FORESTALES
DURANTE LA FASE DE VIVERO
EN TINGO MARÍA**

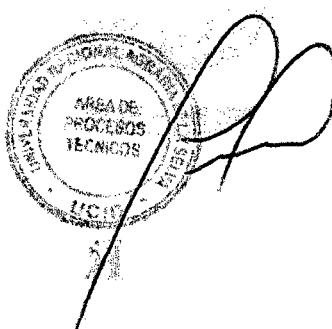
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCION FORESTALES**

PRESENTADO POR:

MARLENY SCHMIDT MÜLLER

2013



**T
FOR
SCHMIDT MULLER, MARLENY**

Crecimiento y relación del tallo – Raíz en plántones de cinco especies Forestales durante la fase de vivero en Tingo María

57 páginas; 16 cuadros; 9 fgrs.; 27 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables

**1. SEMILLA 2. GERMINACION 3. ESPECIES FORESTALES
4. CRECIMIENTO 5. PROPAGACION 6. TRATAMIENTO**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María - Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 21 de mayo del 2013, a horas 6:10 p.m. en el Sala de Sesiones del Departamento Académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

“CRECIMIENTO Y RELACIÓN DEL TALLO – RAÍZ EN PLANTONES DE CINCO ESPECIES FORESTALES DURANTE LA FASE DE VIVERO EN TINGO MARÍA”

Presentado por la Bachiller **MARLENY SCHMIDT MÜLLER**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

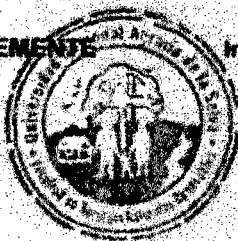
Tingo María, 20 de noviembre del 2013.


Ing. M.Sc. **YTAVCLERH VARGAS CLEMENTE**
PRESIDENTE


Ing. **WARREN RIOS GARCÍA**
VOCAL


Ing. M.Sc. **LUIS A. VALDIVIA ESPINOZA**
VOCAL


Ing. **RAÚL ARAUJO TORRES**
ASESOR



DEDICATORIA

A mis padres Elías Schmidt y Lucila Müller; por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi hijo Stephano y al nuevo bebé Valentín; por ser lo más grande y valioso que Dios me ha regalado, quienes son la razón que me impulsa a salir adelante.

A mi esposo Ethel Martel, por su apoyo constante en la culminación de mi carrera profesional. Ha sido mi compañero inseparable para poder alcanzar mis metas tanto profesionales como personales.

A mis hermanos Yesica, Robinson y Edwin; por apoyarme siempre y estar conmigo, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios, por protegerme durante mi camino y darme fuerzas para superar todos los obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva mi "alma mater", por haberme abierto sus puertas para estudiar y ser una profesional.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, quienes han aportado con un granito de arena en mi formación académica y profesional.

A mi asesor de tesis, el Ing. Raúl Araujo Torres por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos y experiencias me ha ayudado a formarme como persona e investigadora.

Al Sr. Oscar Del Águila Picón, por su colaboración, paciencia y experiencia brindada durante el desarrollo de la tesis en la etapa de vivero.

A mis padres, esposo y hermanos, por apoyarme moral y económicamente para poder lograr este fin, además agradecer a mis amigas Fiorella, Katherin y Nikie por su apoyo incondicional. Sin ellos no se hubiera cristalizado la tesis.

Por último, agregar que son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a los que agradezco por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en momentos difíciles de mi vida. Algunos aun comparten conmigo y otros están en mis recuerdos y corazón, donde estén gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

ÍNDICE

| | Página. |
|---|---------|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1. Relación tallo (vástago) – raíz | 4 |
| 2.2. Calidad de plantones..... | 7 |
| 2.3. Factores a evaluar en una planta | 11 |
| 2.3.1. Crecimiento del plantón | 11 |
| 2.3.2. Estado fitosanitario | 13 |
| 2.4. La bolaina blanca (<i>Guazuma. crinita</i> C. Mart.) | 14 |
| 2.4.1. Semilla | 14 |
| 2.4.2. Germinación..... | 14 |
| 2.4.3. Técnicas de propagación..... | 15 |
| 2.5. La caoba (<i>Swietenia. macrophylla</i> King) | 15 |
| 2.5.1. Semilla | 15 |
| 2.5.2. Germinación..... | 16 |
| 2.6. La shaina (<i>Colubrina. glandulosa</i> Perkins) | 17 |
| 2.6.1. Semilla | 17 |
| 2.6.2. Germinación..... | 17 |
| 2.7. La capirona (<i>Calycophyllum. spruceanum</i> Benth Hooke)..... | 19 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.7.1. | Semilla | 19 |
| 2.7.2. | Germinación..... | 19 |
| 2.7.3. | Repique..... | 20 |
| 2.8. | El pino chuncho (<i>Schizolobium. amazonicum</i> Huber) | 20 |
| 2.8.1. | Semilla | 20 |
| 2.8.2. | Germinación..... | 21 |
| 2.8.3. | Repique..... | 22 |
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 23 |
| 3.1. | Lugar de ejecución | 23 |
| 3.2. | Materiales | 24 |
| 3.2.1. | Material genético..... | 24 |
| 3.2.2. | Materiales, herramientas y equipos | 24 |
| 3.3. | Metodología..... | 25 |
| 3.3.1. | Adquisición de semillas de las cinco especies forestales | 25 |
| 3.3.2. | Germinación de semillas..... | 25 |
| 3.3.3. | Sustrato..... | 26 |
| 3.3.4. | Repique de plántulas | 27 |
| 3.3.5. | Labores silviculturales en el vivero | 27 |
| 3.4. | Diseño experimental..... | 27 |
| 3.4.1. | Tratamientos | 28 |
| 3.4.2. | Modelo aditivo lineal | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4.3. Análisis de varianza | 30 |
| 3.5. Variables de medición | 30 |
| IV. RESULTADOS..... | 35 |
| 4.1. Altura del plantón y diámetro al nivel del cuello en plantones de las cinco especies forestales producidos en la fase de vivero | 35 |
| 4.1.1. Altura total en plantones de cinco especies forestales | 35 |
| 4.1.2. Diámetro del tallo a nivel del cuello en plantones de las cinco especies forestales durante la fase de vivero | 37 |
| 4.2. Relación del tallo con la raíz y peso seco en plantones de las cinco especies forestales producidos en la fase de vivero..... | 39 |
| 4.2.1. Relación tallo – raíz de las cinco especies forestales durante la fase de vivero..... | 39 |
| 4.2.2. Peso seco de la parte aérea de cinco especies forestales durante la fase de vivero | 41 |
| 4.2.3. Peso seco de la raíz de cinco especies forestales durante la fase de vivero..... | 43 |
| 4.3. Raíces secundarias de los plantones de cinco especies forestales durante la fase de vivero..... | 45 |
| V. DISCUSIÓN | 48 |
| 5.1. Altura del plantón y diámetro a nivel del cuello en plantones de las cinco especies forestales producidos en vivero | 48 |

| | |
|--|----|
| 5.2. Relación del tallo con la raíz y peso seco en plantones de las cinco especies forestales producidos en la fase de vivero..... | 50 |
| 5.3. Raíces secundarias de los plantones de las cinco especies forestales durante la fase de vivero..... | 52 |
| VI. CONCLUSIONES | 55 |
| VII. RECOMENDACIONES | 56 |
| VIII. ABSTRACT..... | 57 |
| IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 58 |
| ANEXO | 63 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | Página. |
|--|---------|
| 1. Cantidades de materia seca incorporada anualmente a las raíces y los vástagos de diversas especies vegetales..... | 5 |
| 2. Atributos morfológicos de plantas forestales producidas en contenedor establecida por Norma Ch2957 (QUIROZ <i>et al.</i> , 2009). | 9 |
| 3. Números de tratamientos..... | 28 |
| 4. Esquema del análisis de varianza (ANVA). | 30 |
| 5. Análisis de varianza en la variable altura total de cinco especies forestales en etapa de vivero..... | 35 |
| 6. Prueba Tukey de la variable altura total de cinco especies forestales en la etapa de vivero. | 36 |
| 7. Análisis de varianza en la variable diámetro del tallo de cinco especies forestales en etapa de vivero..... | 38 |
| 8. Prueba Tukey de la variable diámetro del tallo de cinco especies forestales en la etapa de vivero. | 38 |
| 9. Análisis de varianza en la variable relación tallo - raíz cinco especies forestales durante la etapa de vivero..... | 40 |

| | | |
|-----|---|----|
| 10. | Prueba Tukey de la variable relación tallo-raíz de cinco especies forestales durante la etapa de vivero..... | 40 |
| 11. | Análisis de varianza en la variable peso seco del vástago en cinco especies forestales en etapa de vivero. | 42 |
| 12. | Prueba Tukey de la variable peso seco del vástago de cinco especies forestales en la etapa de vivero..... | 42 |
| 13. | Análisis de varianza en la variable peso seco de la raíz en cinco especies forestales en etapa de vivero. | 44 |
| 14. | Prueba Tukey de la variable peso seco de la raíz de cinco especies forestales en la etapa de vivero..... | 44 |
| 15. | Análisis de varianza en la variable número de raíces secundarias en de cinco especies forestales en etapa de vivero. | 46 |
| 16. | Prueba Tukey de la variable número de raíces secundarias de cinco especies forestales en la etapa de vivero..... | 46 |
| 17. | ANVA en la altura total a los 30 días después del repique. | 64 |
| 18. | Prueba Tukey en la altura total a 30 días después del repique. | 64 |
| 19. | ANVA en la altura total a los 60 días después del repique. | 65 |
| 20. | Prueba Tukey en la altura total a 60 días después del repique. | 65 |
| 21. | ANVA en la altura total a los 90 días después del repique. | 65 |

| | | |
|-----|--|----|
| 22. | Prueba Tukey en la altura total a 90 días después del repique | 66 |
| 23. | ANVA en la altura total a los 120 días después del repique. | 66 |
| 24. | Prueba Tukey en la altura total a 120 días después del repique..... | 67 |
| 25. | ANVA en el diámetro del tallo a los 30 días después del repique..... | 67 |
| 26. | Prueba Tukey en el diámetro del tallo a 30 días del repique. | 68 |
| 27. | ANVA en el diámetro del tallo a los 60 días después del repique..... | 68 |
| 28. | Prueba Tukey en el diámetro del tallo a 60 días del repique. | 69 |
| 29. | ANVA en el diámetro del tallo a los 90 días después del repique..... | 69 |
| 30. | Prueba Tukey en el diámetro del tallo a 90 días del repique. | 70 |
| 31. | ANVA en el diámetro del tallo a los 120 días después del repique..... | 70 |
| 32. | Prueba Tukey en el diámetro del tallo (cm) a 120 días del repique..... | 71 |
| 33. | ANVA en la longitud de la raíz a los 30 días después del repique..... | 71 |

| | | |
|-----|--|----|
| 34. | Prueba Tukey en la longitud (cm) de la raíz a 30 días después del repique..... | 72 |
| 35. | ANVA en la longitud de la raíz a los 60 días después del repique..... | 72 |
| 36. | Prueba Tukey en la longitud (cm) de la raíz a 60 días después del repique..... | 72 |
| 37. | ANVA en la longitud de la raíz a los 90 días después del repique..... | 73 |
| 38. | Prueba Tukey en la longitud (cm) de la raíz a 90 días después del repique..... | 73 |
| 39. | ANVA en la longitud de la raíz a los 120 días después del repique..... | 73 |
| 40. | Prueba Tukey en la longitud (cm) de la raíz a 120 días después del repique. | 74 |
| 41. | ANVA del peso seco (g) del vástago a 30 días después del repique..... | 76 |
| 42. | Prueba Tukey en el peso seco (g) del vástago a 30 días después del repique. | 77 |
| 43. | ANVA del peso seco (g) del vástago a 60 días después del repique..... | 77 |

| | | |
|-----|---|----|
| 44. | Prueba Tukey en el peso seco (g) del vástago a 60 días después del repique. | 77 |
| 45. | ANVA del peso seco (g) del vástago a 90 días después del repique..... | 78 |
| 46. | Prueba Tukey del peso seco (g) del vástago a 90 días del repique..... | 78 |
| 47. | ANVA del peso seco (g) del vástago a 120 días del repique..... | 78 |
| 48. | Prueba Tukey en el peso seco (g) del vástago a 120 días después del repique. | 79 |
| 49. | ANVA del peso seco (g) de la raíz a 30 días después del repique..... | 79 |
| 50. | Prueba Tukey en el peso seco (g) de la raíz a 30 días del repique..... | 80 |
| 51. | ANVA en el peso seco (g) de la raíz a los 60 días del repique. | 80 |
| 52. | Prueba Tukey en el peso seco (g) de la raíz a 60 días del repique..... | 80 |
| 53. | ANVA en el peso seco (g) de la raíz a los 90 días del repique. | 81 |
| 54. | Prueba Tukey en el peso seco (g) de la raíz a 90 días del repique..... | 81 |

| | | |
|-----|---|----|
| 55. | ANVA en el peso seco (g) de la raíz a los 120 días del repique..... | 81 |
| 56. | Prueba Tukey en el peso seco (g) de la raíz a 120 días del repique..... | 82 |
| 57. | ANVA en la cantidad de raíces a los 30 días después del repique..... | 84 |
| 58. | Prueba Tukey de la cantidad de raíces a 30 días del repique. | 85 |
| 59. | ANVA en la cantidad de raíces a los 60 días después del repique..... | 85 |
| 60. | Prueba Tukey de la cantidad de raíces a 60 días después del repique..... | 85 |
| 61. | ANVA en la cantidad de raíces a los 90 días después del repique..... | 86 |
| 62. | Prueba Tukey de la cantidad de raíces a 90 días después del repique..... | 86 |
| 63. | ANVA en la cantidad de raíces a los 120 días después del repique..... | 86 |
| 64. | Prueba Tukey de la cantidad de raíces a 120 días después del repique..... | 87 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Página. |
|--|---------|
| 1. Almácigo de las semillas de <i>S. macrophylla</i> King (izquierda), <i>C. glandulosa</i> Perkins (intermedio) y <i>S. amazonicum</i> Huber (derecha). | 26 |
| 2. Distribución de los tratamientos..... | 29 |
| 3. Proceso de la evaluación de las variables del sistema radicular. | 33 |
| 4. Comportamiento de la altura total promedio (cm) de las cinco especies forestales durante la fase de vivero. | 37 |
| 5. Comportamiento del diámetro de tallo a nivel del cuello promedio (cm) de las cinco especies forestales durante la fase de vivero. | 39 |
| 6. Comportamiento de la relación tallo - raíz de las cinco especies forestales durante la fase de vivero. | 41 |
| 7. Comportamiento del peso seco promedio de la parte aérea (g) de las cinco especies forestales durante la fase de vivero. | 43 |
| 8. Comportamiento del peso seco promedio de la raíz (g) de las cinco especies forestales durante la fase de vivero..... | 45 |
| 9. Comportamiento del número de raíces secundarias de las cinco especies forestales durante la fase de vivero. | 47 |

| | |
|---|----|
| 10. Valores promedios de la longitud del tallo y la raíz (cm) a los 30 días posterior al repique. | 74 |
| 11. Valores promedios de la longitud del tallo y la raíz (cm) a los 60 días posterior al repique. | 75 |
| 12. Valores promedios de la longitud del tallo y la raíz (cm) a los 90 días posterior al repique. | 75 |
| 13. Valores promedios de la longitud del tallo y la raíz (cm) a los 120 días posterior al repique. | 76 |
| 14. Valores promedios del peso seco de la parte aérea y la raíz (cm) a los 30 días posterior al repique..... | 82 |
| 15. Valores promedios del peso seco de la parte aérea y la raíz (cm) a los 60 días posterior al repique..... | 83 |
| 16. Valores promedios del peso seco de la parte aérea y la raíz (cm) a los 90 días posterior al repique..... | 83 |
| 17. Valores promedios del peso seco de la parte aérea y la raíz (cm) a los 120 días posterior al repique..... | 84 |
| 18. Plantones de cinco especies forestales a los 30 días del repique..... | 87 |
| 19. Plantón de la especie <i>C. glandulosa</i> Perkins a los 60 días después del repique..... | 88 |

| | | |
|-----|--|----|
| 20. | Muestras de la especie <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke para la determinación del peso seco en la fase de laboratorio..... | 88 |
| 21. | Peso seco de la parte aérea de la especie <i>G. crinita</i> C. Mart. a 60 días después del repique..... | 89 |
| 22. | Determinación del peso del sistema radicular de la especie <i>G. crinita</i> C. Mart. | 89 |
| 23. | Sistema radicular de la especie <i>C. glandulosa</i> Perkins a 120 días del repique. | 90 |
| 24. | Plantones de cinco especies forestales a 120 días después del repique..... | 90 |
| 25. | Muestra de las especies forestales para determinar peso seco. | 91 |

RESUMEN

Con la finalidad de determinar las variables dasométricas, la relación tallo – raíz y contabilizar el número de raíces secundarias en plantones de cinco especies forestales durante la fase de vivero se desarrolló la investigación con las especies bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.), capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth Hooke), caoba (*Swietenia macrophylla* King), pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber) y shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins). La investigación se llevó a cabo en el Vivero Forestal y Ornamental Las Heliconias de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado políticamente en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado y región Huánuco, ecológicamente se encuentra en la formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT) con temperatura media anual de 24.3 °C, precipitación de 3,300 mm, humedad relativa de 87 % y una altitud de 660 m.s.n.m. se estableció bajo el diseño en Bloque Completo al Azar (DBCA), para la evaluación se utilizó la metodología empleada por DALMASSO *et al.* (1994) obteniendo como resultado que la especie forestal *Schizolobium amazonicum* Huber alcanzó mayor altura total y diámetro del tallo a nivel del cuello en plantones pasado los 30 días al repique, hubo mayor constante de la relación tallo – raíz, peso seco del tallo y peso seco de la raíz en la especie forestal *Guazuma crinita* C. Mart., mientras que la *Colubrina glandulosa* Perkins presentó mayor valor numérico en raíces secundarias, seguido de la *Guazuma crinita* C. Mart., *Calycophyllum spruceanum* Benth Hooke, *Schizolobium amazonicum* Huber y finalmente la *Swietenia macrophylla* King.

ABSTRACT

In order to determine the variables dasometric the stem ratio - root and count the number of secondary roots in seedlings of five forest species during the nursery phase research was developed with the white bolaina species (*C. Guazuma crinita* Mart.) capirona (*Calycophyllum spruceanum* Hooke Benth) , mahogany (*Swietenia macrophylla* King) , chuncho pine (*S. amazonicum* Huber) and shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins) . The research was carried out in the Nursery and Ornamental Las Heliconias of the National Agrarian University of Forest, located in the district politically Rupa Rupa province Leoncio Prado and Huanuco region , ecologically is in the very humid forest vegetation formation Premontano tropical (*bmh* -PT) with an annual average temperature of 24.3 ° C , precipitation of 3,300 mm , relative humidity of 87 % and an altitude of 660 m was established under design in randomized complete block (RCBD) , to evaluate the methodology used by DALMASSO et al was used. (1994) resulting in that forest species *S. amazonicum* Huber reached total height and stem diameter at the neck last seedlings 30 days to peal , there were more constant stem ratio - root, stem dry weight and weight root dry forest species in *C. crinita* Guazuma Mart. While *Colubrina glandulosa* Perkins had higher numerical value in secondary roots , followed by *C. crinita* Guazuma Mart. , *Calycophyllum spruceanum* Hooke Benth , *S. amazonicum* Huber and finally *Swietenia macrophylla* King .

I. INTRODUCCIÓN

En tareas de reforestación es importante que los plántones a establecer posean un sistema radicular suficientemente desarrollado en longitud. Esto es significativo bajo diferentes tipos de suelos (DALMASSO, 1994). Las características que van a determinar la capacidad de una planta para establecerse y desarrollarse adecuadamente tienen relación con su condición morfológica, fisiológica y sanitaria, aspectos que se deben considerar desde su fase inicial de producción en vivero.

La relación del crecimiento del tallo a raíz varía ampliamente entre especies vegetales, durante el ciclo vegetativo, y es fuertemente modificada por los factores externos. Si se considera a una escala más amplia hay una tendencia general entre ambos y dentro de especies a mantener una característica entre relación del peso seco radical y caulinar.

Las especies más utilizadas en los proyectos de reforestación son: La bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.), capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth Hooke), shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins), pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber) y caoba (*Swietenia macrophylla* King.) por presentar características particulares de crecimiento y el valor comercial de la madera. Los plántones de estas especies durante la fase de vivero presentan un comportamiento particular en la relación longitud del tallo y

la longitud de la raíz lo cual es importante determinar dado que los plantones en vivero no deben sobrepasar los 30 cm (LAMPRECHT, 1990), pero se desconoce el tamaño de la raíz a esta altura para cada especie.

En tal sentido la presente investigación trata sobre el conocimiento de la dinámica del crecimiento de los plantones referido a la relación entre la longitud del tallo y la longitud de la raíz puede darnos una idea de la potencialidad del establecimiento de los mismos en diferentes ambientes, donde prevalecen factores de estrés (DALMASSO *et al.*, 1994), además conocer la relación de la longitud entre el tallo y la raíz de las especies forestales en la fase de vivero sirvió para determinar el manejo de los plantones, generalmente en lo que respecta al tamaño de bolsa a utilizar durante la propagación de cada una de las especies en estudio.

Frente a este contenido, se plantea la siguiente interrogante, ¿Cuál será la relación entre el tallo y la raíz de los plantones pertenecientes a las cinco especies forestales durante la fase de vivero?

Se afirmó la hipótesis que las especies forestales en estudio presentaron mayor longitud del tallo en comparación a la longitud de la raíz que presenta cada especie.

1.1. Objetivo general

- Determinar el crecimiento y la relación del tallo – raíz en plantones de cinco especies forestales producidos durante la fase de vivero.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar las variables dasométricas (altura de los plantones y diámetro del tallo al nivel del cuello) en plantones de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.), capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth Hooke), shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins), caoba (*Swietenia macrophylla* King), pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber).
- Determinar la relación del tallo con la raíz y calcular el peso seco en los plantones de las cinco especies forestales en estudio.
- Contar las raíces secundarias en los plantones de las cinco especies forestales en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Relación tallo (vástago) – raíz

KRAMER (1987) menciona que, existe información limitada respecto a la cantidad de materia seca incorporada a las raíces, comparada con los vástagos, en gran parte debido a la dificultad de obtener sistemas enteros de raíces. Aproximadamente el 40% de la materia seca de 28 especies de plantas herbáceas se encuentra en las raíces, siendo más elevado el porcentaje en cultivos de raíces y tubérculos como la remolacha (*Beta vulgaris* L.) y la papa (*Solanum tuberosum* L.) (Cuadro 1). En cuatro especies de árboles, sólo el 18% aproximadamente de la materia seca se encontraba en las raíces. El sistema de raíces de pino de Monterey a los 18 años de edad comprende sólo más o menos el 10% del peso total de los árboles.

Estos datos sugieren que los estudios de la productividad neta pueden ser engañosos a menos que incluyan a las raíces así como vástagos. Sobre las raíces y vástagos, este mismo autor señala que dependen unos de otros en varios aspectos, y si el crecimiento de uno se encuentra muy modificado, lo probable es que al otro le suceda lo mismo. Puesto que el crecimiento de la raíz depende de un abastecimiento de carbohidratos proporcionado por los vástagos, factores tales como la sombra y la reducción de la superficie de las hojas (que reducen la fotosíntesis) también reducen el

crecimiento de la raíz. Un pastoreo excesivo y el corte frecuente del heno pueden reducir el peso seco de las raíces hasta 10% en las plantas de control.

Cuadro 1. Cantidades de materia seca incorporada anualmente a las raíces y los vástagos de diversas especies vegetales.

| Especies | Raíces (t/ha) | Vástagos (t/ha) | Porción raíz/vástago |
|---|------------------|--------------------|-------------------------|
| Arroz indígena (<i>Zizania aquatica</i> L.) | 0.60 | 4 | 0.15 |
| Cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) | 3.00 | 12 | 0.25 |
| Pasto (<i>Andropogon acaparius</i> L.) (1er año) | 3.50 | 14.2 | 0.25 |
| Trigo (<i>Triticum vulgare</i> L.) (promedio) | 2.00 | 6.8 | 0.29 |
| Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.) (promedio) | 3.20 | 7.4 | 0.43 |
| Maíz (<i>Zea mays</i> L.) (promedio) | 4.50 | 8.7 | 0.52 |
| Papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) (promedio) | 4.00 | 2.6 | 1.54 |
| Remolacha (<i>Beta vulgaris</i> L.) (promedio) | 9.50 | 3.1 | 3.06 |
| Pino (<i>Pinus sylvestris</i> L.) (promedio) | 1.60 | 8.9 | 0.17 |
| Pice común (<i>Picea abies</i> L.) (promedio) | 2.10 | 11.9 | 0.18 |
| Haya común (<i>Fagus sylvatica</i> L.) | 1.60 | 8.2 | 0.19 |

Fuente: De Bray (1962), citado por KRAMER (1987).

En cuanto al peso de la raíz, KRAMER (1987) indica que, es expresado como fracción del peso total de la planta, cambia a lo largo del

desarrollo, en muchos cereales de zonas templadas varía desde, aproximadamente 0.4 a 0.1 dependiendo de la etapa de crecimiento. El aporte de nitrógeno puede tener un marcado efecto en la relación peso de la raíz: peso de la planta y el considerable intervalo de valores que muestra la figura durante la primavera refleja, probablemente, diferentes combinaciones de momentos de aplicación de abonos nitrogenados y niveles de nitrógeno del suelo. En climas más áridos, donde los pesos totales de la planta son frecuentemente muy inferiores a los de los cultivos usados, las relaciones raíz: planta son generalmente más altas a lo largo del crecimiento.

WILD (1992) indica que, se conocen poco los factores ambientales y fisiológicos que determinan la distribución de compuestos asimilados entre raíces y parte aérea, aunque algunos investigadores han sugerido que muchas plantas son antieconómicas al derivar demasiados compuestos asimilados al crecimiento radicular a expensas del crecimiento de la parte aérea y del rendimiento útil. Tales afirmaciones implican que hay posibilidades de cambiar el equilibrio entre crecimiento radicular y aéreo de manera controlada.

La sombra reduce generalmente tanto el tamaño absoluto de los sistemas de raíces como la proporción entre raíces y vástagos. El desarrollo de frutos y semillas reduce a veces el crecimiento de la raíz; además de proporcionarles carbohidratos, los vástagos también abastecen a las raíces en hormonas (KRAMER, 1987).

DALMASSO *et al.* (1994) realizaron una investigación con el objetivo de determinar la relación vástago – raíz en plantones de tres especies

forestales nativas de zonas áridas templadas, con el fin de determinar su potencialidad para su establecimiento a terreno definitivo. Se trabajó bajo condiciones de invernáculo, con plántones obtenidos en envases de polietileno negro (profundidad: 30 cm, diámetro: 12 cm y 50 micras de espesor). Durante el crecimiento se realizaron entre 5 a 7 muestreos, según la especie, determinándose los parámetros: longitud de vástago, longitud de raíz, y peso seco de ambos. Los datos se ajustaron a la ecuación de regresión potencial.

El sistema radical de *Prosopis chilensis* manifiesta un comportamiento axonomorfo, triplicando en longitud a la expresión aérea. *Prosopis flexuosa* mostró una raíz principalmente dominante, con raíces secundarias conspicuas. La longitud radical llegó a sextuplicar a la del vástago. La raíz de *Bulnesia retama*, si bien en la primera etapa se comporta como axonomorfa, pierde este hábito debido a la magnitud de las raíces secundarias.

La relación parte aérea/parte radical: es el balance entre la parte transpirante y la parte absorbente, y se calcula habitualmente a partir de la relación de los pesos secos de cada una de las partes. Este parámetro puede ser de gran importancia cuando la plantación tiene lugar en estaciones difíciles, donde el factor más influyente sobre la supervivencia del primer año es una larga y cálida estación seca (BIRCHLER *et al.*, 1998).

2.2. Calidad de plántones

Para MURILLO y CAMACHO (1997), el conocer la altura inicial al momento de la plantación sí podría tener importancia según sea el sistema de

producción que se haya utilizado en el vivero. Con el sistema de bolsa, por ejemplo, no se debería establecer plantones cuya sección aérea (tallo) supere los 30 cm (según sea el tamaño de bolsa), ya que sus raíces muy probablemente estén ya sufriendo enrollamiento dentro de la bolsa.

De manera similar, LAMPRECHT (1990) añade que, dentro de la selección del material de plantación, normalmente es recomendado utilizar plantas pequeñas, de aproximadamente 15 a 30 cm, debido a que éstas son menos susceptibles al shock de plantación, crecen mejor, son más tolerantes a la sequedad y en general son de más fácil manejo.

La calidad de plantas y otros materiales que se utilizan para establecer una plantación forestal es un aspecto crítico en su desarrollo posterior. Aquí se refiere a la calidad física y fisiológica de las plantas. Las características deseables de una planta (u otro material como una pseudoestaca) para ser llevada al campo debe ser de tamaño acorde al tamaño de la bolsa o envase, si las plantas se cultivan en envases (GALLOWAY, 2000).

Es difícil determinar qué es lo que se tiene que medir, teniendo en cuenta los numerosos atributos morfológicos y fisiológicos que afectan al comportamiento de la planta en campo; pero una vez identificados, permiten definir la planta ideal, que incluye todas las características morfológicas y fisiológicas que se pueden ligar cuantitativamente con el éxito de la plantación (Rose *et al.*, 1990; citados por BIRCHLER *et al.*, 1998).

Cuadro 2. Atributos morfológicos de plantas forestales producidas en contenedor establecida por Norma Ch2957 (QUIROZ *et al.*, 2009).

| Atributo | Pino radiata | <i>Eucalyptus globulus</i> | <i>Eucalyptus nitens</i> | <i>Pseudotsuga menziesii</i> (1-0) | <i>Nothofagus alpinia</i> (1-0) |
|--------------------|---|---|---|---|--|
| Altura | 18 cm - 40 cm | 15 cm - 45 cm | 15 cm - 45 cm | 20 cm - 35 cm | 25 - 35 cm |
| Diámetro de cuello | ≥ 3 mm | ≥ 2 mm | ≥ 2 mm | > 3 mm | > 3 mm |
| Relación | Mínimo 1/100 | Mínimo 1/100 | Mínimo 1/100 | Mínimo 1/66 | Mínimo 1/83 |
| Raíces | Pan íntegro. Volumen mínimo de cavidad 80 cm ³ | Pan íntegro. Volumen mínimo de cavidad 56 cm ³ | Pan íntegro. Volumen mínimo de cavidad 56 cm ³ | Pan íntegro. Volumen mínimo de cavidad 80 cm ³ | Pan íntegro. Volumen mínimo de cavidad 135 cm ³ |

Nota: 1-0 planta cultivada una temporada en contenedor hasta su despacho.

Los atributos morfológicos dicen relación con altura, diámetro, relación diámetro/altura y características visuales de hojas o acículas, tallos y raíces. Existen rangos para cada uno de los atributos establecidos por la norma sólo para la producción en contenedor para plantas provenientes de semillas de las cinco especies consideradas (QUIROZ *et al.*, 2009).

DÍAZ *et al.* (2004) estudiaron la influencia de 12 tratamientos de cultivo en vivero (combinando distintos contenedores, sustratos y fertilización)

en la calidad de planta de *Pinus canariensis* y su respuesta en campo. Tras 8 meses de cultivo en vivero se llevó a cabo la plantación de los brinzales en una zona seca de Fasnia (Tenerife) en Febrero del 2002.

Las plantas se caracterizaron antes de la salida del vivero mediante atributos morfológicos y fisiológicos y se realizó un seguimiento de la supervivencia y el crecimiento en altura de la plantación.

Los parámetros de calidad evaluados en el laboratorio se relacionaron con la supervivencia de las plantas en campo, con un efecto altamente significativo del método de cultivo. Se registró una supervivencia del 97% de las plantas producidas en sustrato artificial fertilizado (cultivo alternativo) frente a un 66% de las producidas con tierra de monte sin fertilización (cultivo tradicional). La altura inicial de plantas fue el parámetro que mejor se correlacionó con la supervivencia en el campo.

Asimismo, sobre el crecimiento y supervivencia de plantones BIRCHLER *et al.* (1998) mencionan que, en el vivero se produce la manipulación del estado hídrico de la planta para lograr un equilibrio entre la absorción y la pérdida de agua. Con ello se intenta minimizar el estrés, optimizar la producción y permitir que la planta continúe su ciclo anual de crecimiento, ininterrumpido hasta el momento.

Los factores de la misma que influyen en la absorción de agua, tales como distribución y longitud de raíces, superficie, permeabilidad y viabilidad, están en su máximo; sin embargo, después de los procesos de

extracción, manejo, repicado, almacenaje y plantación, estos factores cambian drásticamente: la distribución de las raíces queda modificada, quedando confinadas en un pequeño agujero con escaso contacto directo con el suelo y el sistema radical pierde sus elementos más permeables pero también más frágiles, que son las raicillas no suberizadas (Chung y Kramer, 1975; citados por BIRCHLER *et al.*, 1998).

Por tanto, no resulta sorprendente que plantas recién puestas sean susceptibles al estrés hídrico, siendo el restablecimiento del contacto entre raíz y suelo y el inicio de la absorción de agua los factores críticos que determinan la supervivencia a corto plazo; y para que esto se produzca, se debe reiniciar el crecimiento radical (Burdett, 1990; citado por BIRCHLER *et al.*, 1998).

2.3. Factores a evaluar en una planta

Las variables evaluadas fueron consideradas de MURILLO y CAMACHO (1997) con modificaciones para plántones:

2.3.1. Crecimiento del plantón

La altura total es una variable cuya utilidad se orienta a evaluar dos aspectos primordiales.

- La calidad del crecimiento o incremento en altura a una edad determinada;
- La altura al momento de la plantación en proporción con el tamaño de las raíces.

El conocer la altura inicial al momento de la plantación sí podría tener importancia según sea el sistema de producción que se haya utilizado en el vivero. Con el sistema de bolsa, por ejemplo, no se debería establecer plantones cuya sección aérea (tallo) supere los 30 cm (según sea el tamaño de bolsa), ya que sus raíces muy probablemente estén ya sufriendo enrollamiento dentro de la bolsa.

La altura puede ser manipulada en vivero a través de la fertilización, el riego y el repicado. Es difícil, y puede inducir a error, correlacionar la altura de la planta con el comportamiento en campo excluyendo otros parámetros (BIRCHLER *et al.*, 1998).

Varios estudios han concluido que la altura inicial de las plantas no se correlaciona, o lo hace de forma negativa, con la supervivencia, aunque sí se correlaciona con el crecimiento en altura tras la plantación (Thompson, 1985; citado por BIRCHLER *et al.*, 1998).

Por otro lado, algunos estudios han mostrado que la ventaja inicial en el tamaño de la planta permanece en el tiempo (Funk *et al.*, 1974; citados por BIRCHLER *et al.*, 1998). Una planta ideal presenta una altura dentro de un rango que ha sido unido con el éxito en las plantaciones de una especie dada, para unas determinadas condiciones de estación (BIRCHLER *et al.*, 1998).

REÁTEGUI (2010) estudió el efecto de los diferentes tipos de sustratos con abonos orgánicos (bokashi, gallinaza y guano de islas) en el comportamiento de la especie shaina (*C. glandulosa* Perkins), aportando así

información de esta especie a nivel de vivero. Para ello se evaluó las características como crecimiento en altura, diámetro e incremento en materia seca parte aérea (tallos y hojas), parte terrestre (raíces) y prendimiento.

El mayor efecto en altura de plantas de *C. glandulosa* Perkins fue en T1 (16.89 cm) y con sustrato 3:2:1 más 1 carretilla de bokashi. El mayor efecto en materia seca, con respecto a la parte aérea, correspondió a T1, el peso de mayor efecto 3.245 g, de la misma forma se le atribuye a este tratamiento en el efecto en materia seca de raíz, el peso fue 1.543 g.

2.3.2. Estado fitosanitario

Aquí se registra la presencia de cualquier problema fitosanitario, como exudados, perforaciones, marchitamientos severos, herrumbres o cualquier otra manifestación. Se registra la incidencia y severidad del problema fitosanitario, bajo tres categorías:

- 1 = Sano: Plantón sin evidencia de problemas y con buena nutrición.
- 2 = Aceptablemente sano: Plantón con alguna evidencia de problemas fitosanitarios, siempre y cuando no se presente en más de 50% del follaje, que no le haya provocado heridas severas o se encuentre bajo una alta probabilidad de muerte.
- 3 = Enfermo: son aquellos plantones con características de sanidad que afectan el desarrollo normal del mismo. Por ejemplo pérdida del eje dominante; pérdida del follaje u otros daños visibles en más de 50%

del plantón; caída de ramas, chancros o pudriciones en el fuste, herrumbres, etc.

2.4. La bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.)

2.4.1. Semilla

La morfología de la semilla es un embrión bien desarrollado. Presencia de endospermo carnoso formado por lípidos y proteínas. Semillas pequeñas cuyas dimensiones son 1 mm de diámetro y 1 mm de altura. Número de semillas por fruto: Entre 10 - 20 semillas por fruto. Número de semillas por kg: Aproximadamente 860,000 por kg (entre 700,000 y 900,000 semillas).

Para su almacenamiento, la mejor temperatura de almacenamiento es a 25 °C, considerándose aceptable hasta los 8 meses, después de este tiempo el porcentaje de germinación disminuye considerablemente. Las semillas de esta especie se pueden considerar como moderadamente ortodoxas (INIAA – JICA, 1991).

2.4.2. Germinación

No se requiere tratamiento pre germinativo. Su germinación inicia entre 7 y 15 días después del almacigado. Con semillas recién cosechadas se obtiene entre 30 y 60% de germinación. La densidad de siembra recomendable es de 10 g de semillas por metro cuadrado y las plántulas se repican a los 35 - 40 días, cuando tengan 7 – 9 hojitas.

2.4.3. Técnicas de propagación

IIAP (2009) afirma que la producción en bolsa (pan de tierra) es la técnica más exitosa para el establecimiento de plantaciones de bolaina blanca a campo abierto, con 93% de sobrevivencia; seguido por la técnica "stump" (88%).

En su estudio realizado, las técnicas a raíz desnuda y pseudoestacas obtuvieron solamente sobrevivencia de 77% y 68% respectivamente, mientras que la siembra directa con semillas no prosperó.

2.5. La caoba (*Swietenia macrophylla* King)

2.5.1. Semilla

Las semillas son grandes y aladas, siendo fácilmente dispersadas por el viento. Durante la diseminación se presenta una defoliación parcial.

Presenta una semilla de color pardo oscuro lustroso. Cotiledones completamente soldados entre sí formando un solo cuerpo. Sus dimensiones varían de 70 a 100 mm de largo, 15 a 30 mm de ancho y 4 a 8 mm de altura.

Las semillas muestran buenas condiciones para el almacenamiento a temperatura ambiente, se estableció que pueden almacenarse de esta forma durante 24 meses llegando a 45% de germinación. Las semillas de estas especies se pueden clasificar como ortodoxas (FLORES, 1997).

2.5.2. Germinación

Aparte del corte de alas de las semillas, no se requiere ningún tipo de tratamiento para la caoba. La germinación ocurre entre 15 y 25 días después del almacigado. Con semillas recién cosechadas se obtiene entre 90 – 100% de germinación. La densidad de siembra recomendable es de 350 g de semillas por metro cuadrado. Las plántulas se repican a los 35 – 40 días, cuando tengan 4 – 5 hojitas. El tiempo de permanencia en vivero es de 5 – 6 meses (FLORES, 1997).

Es común observar en muchos viveros comunitarios la presencia de plántulas de caoba de la misma edad mostrando notables variaciones en altura y diámetro del tallo, longitud y desarrollo de la raíz principal, así como en el número y tamaño de las hojas primarias.

Esta carencia de uniformidad morfológica afecta los esquemas de producción debido a que un determinado porcentaje de plántulas mueren en sus primeros estadios debido a su escaso vigor, mientras que otras mejor favorecidas crecen lentamente necesitando permanecer mayor tiempo en el vivero para alcanzar el tamaño apropiado antes de ser movilizadas a los sitios de plantación, lo cual inevitablemente eleva los costos de producción (Wightman *et al.*, 2001; citado por NIEMBRO *et al.*, 2006).

Las diferencias morfológicas mencionadas se deben en parte a la diversidad genética de las semillas las cuales proceden de numerosas fuentes

parentales. Estas diferencias, si bien son comunes y ocurren con frecuencia, han sido relativamente estudiadas existiendo vacíos de información al respecto (NIEMBRO, 2006).

2.6. La shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins)

2.6.1. Semilla

Los frutos se abren en el árbol cuando maduran y liberan semillas. Para su recolección, éstas presentan un color negruzco y la labor consiste en cortar las ramas justo antes de que se abran, ya que éstas se encuentran adheridas de manera axilar (CATIE, 2000).

HERRERA (2002) manifiesta que, los frutos muy verdes pueden secarse al sol por 20 – 30 horas para que se abran, además es conveniente que no debe excederse el secado, ya que éstas pierde su viabilidad, del mismo modo puede almacenarse por años a 5 °C herméticamente sellados y con bajo contenido de humedad, pudiendo lograrse una germinación del 90% después de 4 años. Cada kg contiene 400,000 - 750,000 semillas.

2.6.2. Germinación

La capacidad de germinación es la cantidad total de semillas en la muestra que ha germinado en un ensayo, más la cantidad de semillas que queda por germinar, pero que son aún sanas al final de la prueba, expresadas en porcentajes. Del punto de vista práctico manifiesta que esta estadística se

parece al valor del porcentaje de semilla plena o completa obtenida en un ensayo de viabilidad (PERETTI, 1997).

La semilla no requiere de tratamiento pre germinativo, pero se consigue una germinación más uniforme sumergiendo la semilla en agua por 48 horas antes de la siembra. Se debe sembrar inicialmente en camas de germinación con arena fina colada, lavada y desinfectada, o también directo en bolsa con sustrato. Se siembran, aproximadamente 40000 semillas/m² (50 g/m²) a una profundidad de 0.5 – 1.5 cm. La germinación inicia entre 6 a 8 días y termina a los 15 días. Las plántulas se repican a bolsas, cuando alcanzan 2 – 3 cm de altura y aparecen las primeras hojas verdaderas (PÉREZ, 2001).

Según estudios realizados por MILTHORPE y MOORBY (1982), el porcentaje de germinación obtenida de *C. glandulosa* Perkins en camas de almácigo fue de un 78%, y en bolsas con sustratos de manera directa con tinglado de hojas de palmeras obtuvo un 80%, respectivamente, del mismo modo manifiesta que presenta un tipo de germinación epígea.

Las Normas Internacionales para los Ensayos de Semillas (ISTA, 1976) indican que, los ensayos de germinación se debe realizar a una temperatura de 30 °C, durante 16 horas (de día) y de 20 °C durante 8 horas (de noche). Estas normas también especifican la exposición de las semillas a la luz durante las pruebas, los resultados de un ensayo de germinación pueden expresarse en diferentes maneras, incluyéndose el porcentaje de germinación, la energía germinativa y la capacidad germinativa (ARREGHINI, 1992).

El porcentaje de germinación, o el porcentaje real de todas las semillas de la muestra que han germinado durante las pruebas, es útil para comparar la calidad de las colecciones de semillas en los programas de ensayo y en la investigación (CLARK, 1995).

2.7. La capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth Hooke)

2.7.1. Semilla

Semillas pequeñas, comprimidas, con alas laterales. El embrión se encuentra bien desarrollado con cotiledones foliáceos. Sus dimensiones incluyendo el ala varían de 5 – 6 mm de largo, 1 a 2 mm de ancho y de 1 mm de altura (FLORES, 1997).

La viabilidad de las semillas en almacenamiento se mantiene por más de 5 meses. Presenta una dispersión de las semillas por medio del viento.

2.7.2. Germinación

No requiere ningún tratamiento pregerminativo. La germinación ocurre entre 15 – 40 días después del almácigado. La tasa de germinación es baja (aprox. 30% – 50%), pero es compensado por el gran número de semillas por unidad de masa. Presenta una germinación epígea. Asimismo, la germinación se inicia a los tres a cinco días de la siembra, con un poder germinativo de 80% a 90% con semillas frescas. Para la densidad de siembra se recomienda 20 g de semillas por metro cuadrado (FLORES, 1997).

2.7.3. Repique

Se realiza a los 40 – 50 días, cuando las plántulas tienen aproximadamente 2 ó 3 cm de altura y posean de 6 a 8 hojas. Tener en cuenta que las plántulas no desarrollan uniformemente, por lo que habrá que repicar primero las de mayor tamaño y dejar las pequeñas a que acaben su desarrollo.

Cotiledones redondeados, verde, 2 – 3 mm de largo. Tallo principal con corteza lisa y verde, volviéndose marrón – rojiza y más tarde marrón oscuro y desprendiéndose en pequeños segmentos. Hojas opuestas, simples, enteras. Nervaduras principal rojiza. Presencia de pelos en la axila de los nervios secundarios en el envés y alrededor de las cicatrices circulares que dejan las estípulas estriadas y lustrosas al caer (FLORES, 1997).

2.8. El pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber)

2.8.1. Semilla

Son aplanadas, alargadas, orbiculares, de color crema verdoso, de 1.5 a 3.5 cm de largo y 1 a 2 cm de ancho. Están recubiertas por una envoltura papirácea, en forma de ala, que les confiere la función de sámara. Las semillas mantienen su latencia durante largo tiempo, hasta que encuentran condiciones propicias para su germinación y posterior desarrollo.

El pino chuncho es una especie estrictamente heliófita, de crecimiento acelerado. La latencia se puede prolongar por varios años,

habiéndose observado claros con abundante regeneración de pino chuncho, a pesar de no existir árboles semilleros cerca (BOLFOR, 2001).

Las semillas son ortodoxas, conservan su viabilidad por años, aún en condiciones ambientales. Semillas con viabilidad de 90% almacenada a 3 – 5 °C mantuvieron su viabilidad hasta 10 años (CARVALHO, 1994).

2.8.2. Germinación

El tratamiento pregerminativo puede ser con escarificación mecánica (remoción de la cubierta seminal) utilizando tijeras o lijas se obtienen porcentajes de germinación superior al 90% (SABOGAL *et al.*, 2006). También es efectiva la inmersión en agua hirviendo hasta el enfriamiento total con una germinación de 80%. La germinación sin ningún tratamiento demora de 30 a 55 días, aplicando escarificación mecánica en 6 – 10 días (JUSTINIANO *et al.*, 2001).

La germinación de la especie es epigea. No sólo la humedad estimula la germinación de las semillas, sino que la luz y la remoción del suelo son, también, factores que inducen a este proceso (BOLFOR, 2001).

Los incendios forestales muchas veces contribuyen a escarificar las semillas, provocando la germinación masiva de la especie en los bosques a naturales. En condiciones de laboratorio, la tasa de germinación puede alcanzar hasta un 42%, y el pico de ésta se produce a los 50 días del plantío (SABOGAL *et al.*, 2006).

Las plántulas crecen casi exclusivamente, en áreas abiertas y con disturbios del suelo. Una vez establecidas, las plántulas escapan rápidamente de la competencia, gracias a su rápido crecimiento en altura y a su capacidad de librarse de la infestación por bejucos (BOLFOR, 2001).

2.8.3. Repique

El momento oportuno de repique se debe realizar a los 10 – 20 días después de la germinación (CARVALHO, 1994).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se llevó a cabo en el Vivero Forestal y Ornamental Las Heliconias de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado políticamente en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado y región Huánuco.

De acuerdo a la clasificación ecológica de las zonas de vida, Tingo María se encuentra ubicado en la formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT) y de acuerdo a las regiones naturales del Perú según Javier Pulgar Vidal, se encuentra en la selva alta o Rupa Rupa.

Presenta una temperatura máxima de 29.4 °C, mínima de 19.2 °C, y una temperatura media anual de 24.3 °C, altitud de 660 m.s.n.m. La precipitación promedio anual es de 3,300 mm y una humedad relativa de 87 %.

El Vivero Forestal y Ornamental Las Heliconias cuenta con un área (galpón) donde se prepara los sustratos y se realiza el embolsado, posee camas de cría con tinglado de malla Raschell de color rojo (50%) según especificaciones técnicas en donde se colocó las bolsas para la presente investigación.

3.2. Materiales

3.2.1. Material genético

- Semillas de bolaina blanca (*G. crinita* C. Mart.).
- Semillas de capirona (*C. spruceanum* Benth Hooke).
- Semillas de shaina (*C. glandulosa* Perkins).
- Semillas de caoba (*S. macrophylla* King).
- Semillas de pino chuncho (*S. amazonicum* Huber).

3.2.2. Materiales, herramientas y equipos

- Regla graduada.
- Bandejas.
- Balanza digital con precisión a centésimas.
- Vernier mecánico.
- Cámara fotográfica.
- Estufa.
- Bolsas de polietileno 6" x 10".
- Tijera podadora.
- Sustrato (tres carretillas de tierra agrícola – dos carretillas de aserrín descompuesto – una carretilla de arena de río – una carretilla de tierra negra).

3.3. Metodología

3.3.1. Adquisición de semillas de las cinco especies forestales

Las semillas que se utilizaron fueron compradas de la empresa GEMULA E.I.R.L., y según información respecto su procedencia, todas pertenecían a la zona de Tingo María.

3.3.2. Germinación de semillas

Como primer paso al desarrollo de la investigación se realizó la germinación de las semillas pertenecientes a las cinco especies forestales en estudio. Para esta actividad se utilizaron bandejas de plástico contenidos con arena de río desinfectadas previamente con Cupravit (1 litro de agua y 5 g de Cupravit), para el almácigo de las semillas de *G. crinita* C. Mart., previamente fueron sumergidas por un periodo de 24 horas en agua a temperatura ambiente, luego fueron colocadas en la bandeja con arena, en el caso de la especie *S. amazonicum* Huber fueron sumergidas por un período de 24 horas en agua caliente a una temperatura de 100 °C, luego fueron colocadas en la bandeja con arena, en el caso de la especie *C. glandulosa* Perkins y *C. spruceanum* Benth Hooke fueron colocadas directamente a las bandejas con arena sin ningún tratamiento pre germinativo y finalmente, las semillas de *S. macrophylla* King no recibieron tratamiento alguno y fueron colocados en la bandeja con arena de manera vertical tratando que la yema apical quede orientado hacia arriba (Figura 1).

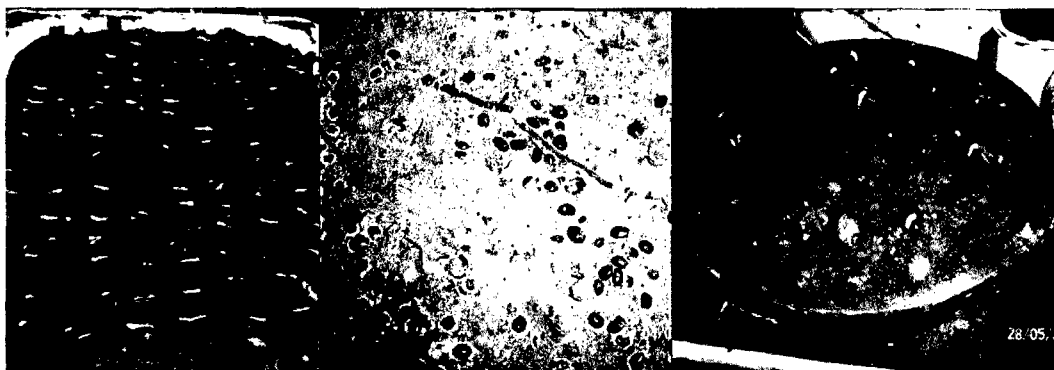


Figura 1. Almácigo de las semillas de *S. macrophylla* King (izquierda), *C. glandulosa* Perkins (intermedio) y *S. amazonicum* Huber (derecha).

3.3.3. Sustrato

Para la preparación del sustrato, se tamizó la tierra agrícola, aserrín descompuesto, arena de río y tierra negra con la finalidad de separar ramas, hojas y piedras, seguidamente se preparó el sustrato en proporciones de tres (03) carretillas con tierra agrícola, dos (02) carretillas con aserrín descompuesto, una (01) carretilla con arena de río y una (01) carretilla con tierra negra, realizándose la mezcla con una palana para homogenizar el sustrato.

Seguidamente se utilizaron bolsas de polietileno con dimensiones de 6" x 10" (ancho x altura) para el llenado del sustrato, labor que fue realizado con mucha rigurosidad, presionando el sustrato en la base de la bolsa y evitando deformaciones de su contextura de la bolsa hasta el llenado final, luego se trasladó las bolsas con una carretilla a las camas de cría donde fueron acondicionadas de acuerdo al diseño del proyecto de investigación.

3.3.4. Repique de plántulas

Para realizar el repique de las plántulas, un día antes de efectuar esta actividad se realizó el riego saturado de las bolsas conteniendo el sustrato; Al día siguiente en horas de la mañana se hizo el repique de las plántulas con la ayuda de un palo repicador, las plántulas fueron colocados de manera vertical y evitando daños mecánicos a las mismas, considerar esta actividad para las cinco especies en estudio, ya que fueron repicados en diferentes fechas.

3.3.5. Labores silviculturales en el vivero

Como labores silviculturales se realizó la prevención y control de la vegetación competitiva (maleza) durante el periodo que duró la investigación, además se realizó el riego de los plantones de manera manual con una regadera, lo cual se realizó cada dos días. Asimismo, se colocó las codificaciones a las unidades experimentales con el respectivo tratamiento y repetición.

3.4. Diseño experimental

La investigación fue realizada bajo el Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA), y estuvo distribuido de la siguiente manera (PADRON, 1996):

Unidades experimentales = 450

Número de tratamientos o especies = 05

| | |
|-------------------------------------|---------|
| Unidades experimentales/tratamiento | = 90 |
| Número de bloques | = 03 |
| Camas de cría | = 01 |
| Iluminación (malla Raschell) | = 50% |
| Ancho de camas de cría | = 1.0 m |
| Largo de camas de cría | = 12 m |

3.4.1. Tratamientos

Como tratamiento se consideraron a las cinco (05) especies forestales utilizadas con mayor preferencia en los proyectos de repoblaciones forestales.

Cuadro 3. Número de tratamientos.

| Tratamiento | Especie forestal | N° unidades experimentales (plantones) |
|----------------|----------------------------------|--|
| T ₁ | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 90 |
| T ₂ | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 90 |
| T ₃ | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 90 |
| T ₄ | <i>S. macrophylla</i> King | 90 |
| T ₅ | <i>S. amazonicum</i> Huber | 90 |



Figura 2. Distribución de los tratamientos.

3.4.2. Modelo aditivo lineal

Debido a los efectos múltiples que se encuentran en la investigación, la variable respuesta (Y_{ij}) estuvo representado por la ecuación de la forma:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Para:

$i = 1,2,3, \dots, t$ tratamientos

$j = 1,2, \dots, r$ repiticiones

Y_{ij} = Es la variable respuesta, que corresponde a la unidad experimental que pertenece al j -ésimo bloque donde se utiliza el i -ésimo especie forestal.

μ = Efecto de la media poblacional.

T_i = Efecto del i-ésimo especie forestal.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Efectos aleatorio, Error Experimental

3.4.3. Análisis de varianza

Para determinar la diferencia entre los efectos de las especies forestales, se realizó el análisis de varianza (PADRON, 1996).

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza (ANVA).

| FV | GL | SC | CM | FC |
|-----------------|----|---------------------|--------------------|----------------------------------|
| Bloques | 2 | SC_{bloq} | CM_{bloq} | $\frac{CM_{\text{bloque}}}{CMe}$ |
| Tratamiento | 4 | SC_{trat} | CM_{trat} | $\frac{CM_{\text{trat}}}{CMe}$ |
| Error aleatorio | 8 | SC_e | CM_e | |
| Total | 14 | SC_{total} | | |

3.5. Variables de medición

Se registraron cuatro (04) evaluaciones, la primera se realizó a los 30 días después del repique, la segunda evaluación fue a los 60 días después del repique, la tercera evaluación se realizó a los 90 días posteriores al repique y la última evaluación fue a los 120 días después del repique; Considerando las siguientes variables de medición.

Variable cuantitativa continua altura total del plantón (cm). Se realizaron cuatro evaluaciones como se menciona en el párrafo anterior, en la primera evaluación se registraron datos de los 450 plantones en estudio, la segunda evaluación se registraron datos de 375 plantones existentes en el momento de tomar datos, considerando que se sacrificaron 15 plantones por tratamiento por cada evaluación para las evaluaciones del sistema radicular y peso seco, la tercera evaluación se registraron datos de los 300 plantones en estudio y finalmente, en la última evaluación se registraron datos de 225 plantones existentes.

Para la primera medición se utilizó una regla graduada de 30 cm y para las siguientes evaluaciones se utilizó una wincha de 3 m de longitud; La evaluación consistió en registrar la medida en longitud desde la base del plantón hasta la parte apical del mismo, sin considerar las hojas pequeñas del ápice del plantón que se encontraban en algunos casos verticalmente.

Variable cuantitativa continua diámetro del tallo a nivel del cuello del plantón (cm). De igual manera se realizaron cuatro evaluaciones siguiendo el procedimiento anterior, en la primera evaluación se registraron datos de 450 plantones en estudio, en la segunda evaluación se registraron datos de 375 plantones, en la tercera evaluación se registraron datos de 300 plantones y en la cuarta evaluación se registraron datos de 225 plantones aún existentes. Para realizar esta medida se utilizó un vernier mecánico obteniendo el diámetro en cm de los plantones al nivel del cuello de la planta.

Variable cuantitativa continua longitud de la raíz principal (cm).

Para este caso de igual manera se registraron cuatro evaluaciones respectivamente, para esta variable de medición se utilizaron los 15 plántones sacrificados por tratamientos (cinco plántones por bloque) y la evaluación se realizó de la siguiente manera:

Se cortó con una tijera el lado lateral de la bolsa de polietileno (Figura 3), luego con mucho cuidado se procedió a extraer el sustrato de la bolsa y mantener en lo posible intacto las raíces existentes, después se lavaron en una bandeja con agua limpia las raíces para extraer completamente el sustrato aun existente. Esta medición consistió en ubicar la raíz principal del plánton y medir con una wincha de 3 m la longitud de la raíz mencionada.

Variable cuantitativa discreta número de raíces. Se contabilizó el número de raíces secundarias de todos los plántones sacrificados para las evaluaciones del sistema radicular, de igual manera se registraron cuatro evaluaciones.

Variable cuantitativa continua relación peso seco parte aérea y parte radicular en (g). Se utilizaron los plántones sacrificados para las evaluaciones del sistema radicular, de igual manera se registraron cuatro evaluaciones.



Figura 3. Proceso de la evaluación de las variables del sistema radicular.

Una vez registrada las medidas del sistema radicular y contabilizado las raíces secundarias, se trasladó estos plantones al Laboratorio de Semillas de la Facultad de Recursos Naturales Renovables y con la ayuda de una tijera se separó la parte aérea de la parte radicular, ambas partes fueron colocados en papel periódico con sus respectivas codificaciones de acuerdo al tratamiento y bloque al que pertenecían (cinco plantones por bloque), una vez preparados se llevaron a la estufa a una temperatura de 80 °C por un periodo de tiempo de 72 horas, luego fueron extraídas las muestras de la estufa y pesadas en la balanza digital para obtener el peso seco en (g) de la parte aérea y radicular.

Variable relación tallo – raíz. Para determinar la relación tallo – raíz se calculó con las medidas promedio tanto de la longitud del tallo como la

longitud de la raíz principal. Para el cálculo de la constante se utilizó la fórmula matemática (DALMASSO *et al.*, 1994) siguiente:

$$\text{Relación tallo – raíz} = \text{Longitud del tallo (cm)} / \text{longitud de la raíz (cm)}$$

Como variables independientes se consideraron el tamaño de las bolsas, las especies forestales utilizadas y el sustrato empleado para todos los plantones.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura del plantón y diámetro al nivel del cuello en plantones de las cinco especies forestales producidos en la fase de vivero

4.1.1. Altura total en plantones de cinco especies forestales

Al realizar el análisis de varianza de las cuatro evaluaciones registradas, se concluye que entre los bloques no presentaron diferentes comportamientos, mientras que entre las especies presentaron alta diferencias estadísticas ($p < 0.01$).

Cuadro 5. Análisis de varianza de la variable altura total de las cinco especies forestales en la fase de vivero.

| FV | GL | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|---------|----|---------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|
| | | CM 1 | Sig. 1 | CM 2 | Sig. 2 | CM 3 | Sig. 3 | CM 4 | Sig. 4 |
| Bloque | 2 | 1.09 | 0.17ns | 4.77 | 0.46ns | 7.56 | 0.58ns | 95.83 | 0.26ns |
| Especie | 4 | 99.7 | <.0001** | 195.8 | <.0001** | 2151.6 | <.0001** | 3049.7 | <.0001** |
| Error | 8 | 0.48 | | 5.58 | | 55.69 | | 60.26 | |
| Total | 14 | 101.3 | | 206.2 | | 2214.9 | | 3205.8 | |
| CV (%) | | 6.4 | | 9.0 | | 15.1 | | 10.5 | |

1, 2, 3, 4 días posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días). CV (%): Coeficiente de variabilidad.

Pasado los 30 días al repique, la especie *S. amazonicum* Huber presentó mayor altura total, a los 60 días la especie *G. crinita* Mart. presentó similar longitud que la especie *S. amazonicum* Huber en altura total, a los 90 y 120 días la especie *G. crinita* Mart. superó en longitud a las especies *C. spruceanum* Benth Hooke, *C. glandulosa* Perkins, *S. amazonicum* Huber y la especie con menor altura total *S. macrophylla* King (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba Tukey de la variable altura total (cm) de las cinco especies forestales en la fase de vivero.

| Especies | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|----------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| | Prom. | Sig. 1 | Prom. | Sig. 2 | Prom. | Sig. 3 | Prom. | Sig. 4 |
| <i>G. crinita</i> C. Mart. | 6.16 | d | 37.18 | a | 94.93 | a | 122.95 | a |
| <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 8.28 | c | 22.17 | b | 39.49 | bc | 65.57 | b |
| <i>C. glandulosa</i> Perkins | 6.42 | cd | 20.47 | b | 47.52 | b | 80.96 | b |
| <i>S. macrophylla</i> King | 14.49 | b | 18.89 | b | 24.71 | c | 35.77 | c |
| <i>S. amazonicum</i> Huber | 19.31 | a | 32.37 | a | 40.22 | bc | 64.57 | b |

1, 2, 3, 4 son los días evaluados posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días).

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Los plantones de la especie *G. crinita* Mart. presentaron mejor comportamiento en el crecimiento de la altura total, seguido de las especies *C. glandulosa* Perkins, *C. spruceanum* Benth Hooke, *S. amazonicum* Huber y la especie *S. macrophylla* King presentó menor crecimiento de altura total a los 120 días después del repique (Figura 4).

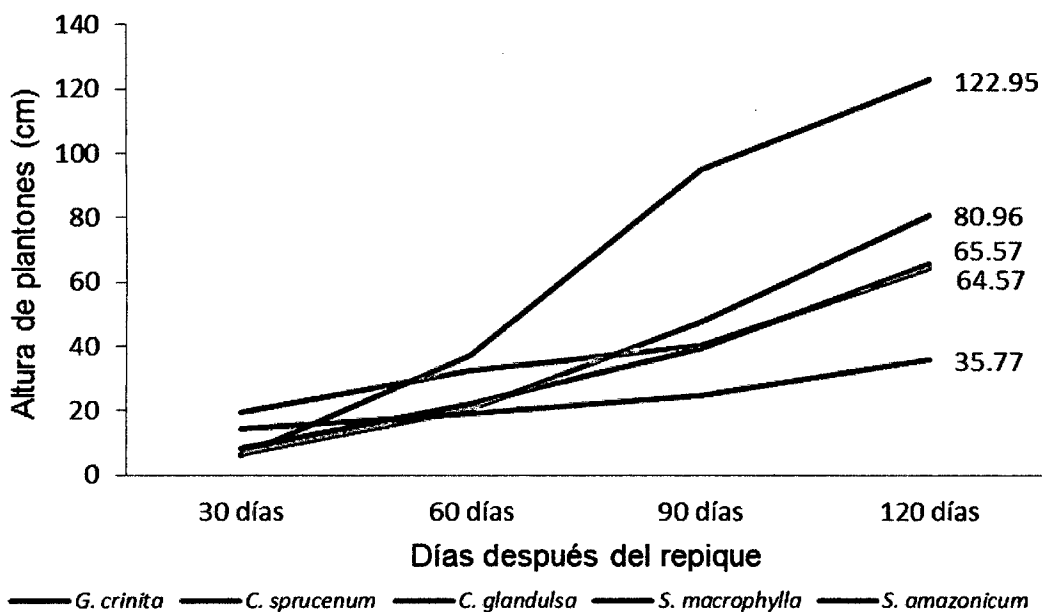


Figura 4. Comportamiento de la altura total promedio (cm) de las cinco especies forestales durante la fase de vivero.

4.1.2. Diámetro del tallo a nivel del cuello en plántones de las cinco especies forestales durante la fase de vivero

El análisis de varianza muestra datos del diámetro del tallo a nivel del cuello de los plántones y se determinó que entre los bloques no se presentó diferencias estadísticas, mientras que al comparar el comportamiento del diámetro a nivel del cuello de las cinco especies se ha encontrado diferencias estadísticas entre todas las especies o al menos una especie (Cuadro 7). A los 30 y 60 días después del repique, la especie *S. amazonicum* Huber ha presentado mayor diámetro a nivel del tallo, mientras que a los 90 y 120 días la especie *G. crinita* C. Mart. presentó mayor promedio del diámetro a nivel del cuello y la especie *S. macrophylla* King presentó menor promedio del diámetro a nivel del cuello del plánton (Cuadro 8 y Figura 5).

Cuadro 7. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a nivel del cuello (cm) de las cinco especies forestales en la fase de vivero.

| FV | GL | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|---------|----|---------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|
| | | CM 1 | Sig 1 | CM 2 | Sig 2 | CM 3 | Sig3 | CM 4 | Sig 4 |
| Bloque | 2 | 0.0002 | 0.198ns | 0.0001 | 0.56ns | 0.0011 | 0.68ns | 0.0009 | 0.82ns |
| Especie | 4 | 0.0252 | <.0001** | 0.0227 | <.0001** | 0.0725 | 0.0001** | 0.1146 | 0.0001** |
| Error | 8 | 0.0001 | | 0.0002 | | 0.0028 | | 0.0042 | |
| Total | 14 | 0.0254 | | 0.0230 | | 0.0765 | | 0.1196 | |
| CV (%) | | 3.6 | | 3.5 | | 8.3 | | 7.7 | |

1, 2, 3, 4 son los días evaluados posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días).

CV (%): Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 8. Prueba Tukey de la variable diámetro del tallo a nivel del cuello (cm) de las cinco especies forestales en la fase de vivero.

| Especies | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|----------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|----------|-------|
| | Prom. | Sig 1 | Prom. | Sig 2 | Prom. | Sig 3 | Prom. | Sig 4 |
| <i>G. crinita</i> C. Mart. | 0.18 | d | 0.48 | a | 0.90 | a | 1.17 | a |
| <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 0.26 | c | 0.42 | b | 0.61 | b | 0.82 | b |
| <i>C. glandulosa</i> Perkins | 0.14 | e | 0.29 | c | 0.54 | b | 0.73 | b |
| <i>S. macrophylla</i> King | 0.30 | b | 0.41 | b | 0.50 | b | 0.66 | b |
| <i>S. amazonicum</i> Huber | 0.37 | a | 0.52 | a | 0.64 | b | 0.81 | b |

1, 2, 3, 4 son los días evaluados posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días).

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

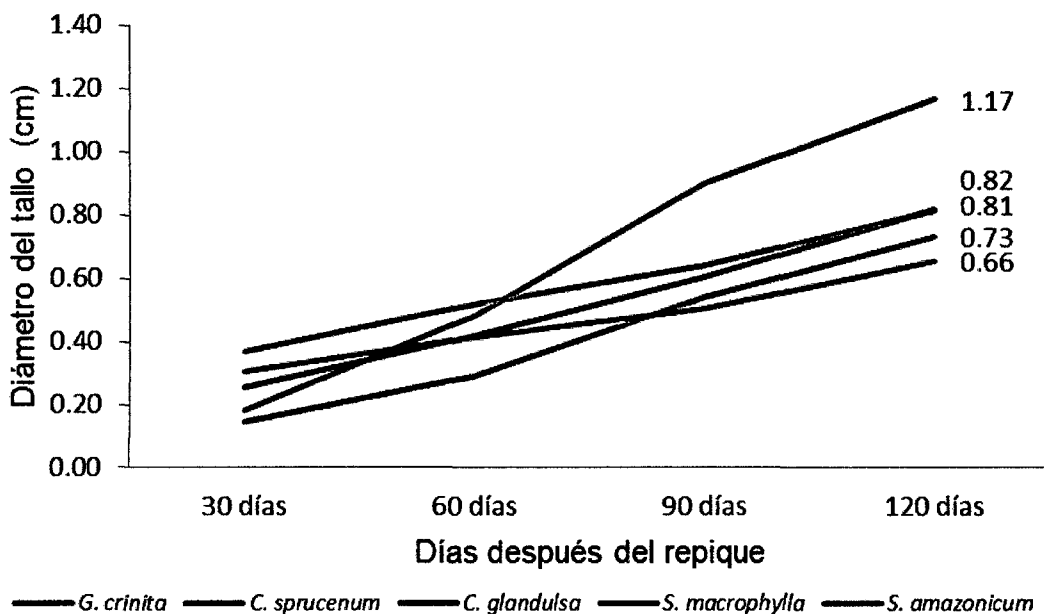


Figura 5. Comportamiento del diámetro de tallo a nivel del cuello promedio (cm) de las cinco especies forestales durante la fase de vivero.

4.2. Relación del tallo con la raíz y peso seco en plantones de las cinco especies forestales producidos en la fase de vivero

4.2.1. Relación tallo – raíz de las cinco especies forestales durante la fase de vivero

En esta variable, los bloques no tuvieron diferencias estadísticas, así mismo no se encontró diferencias estadísticas entre las especies en la relación tallo - raíz evaluada a los 60 días, pero si se encontró diferencias estadísticas entre las especies a los 30, 90 y 120 días después del repique (Cuadro 9). Se determinó mayor constante de relación tallo - raíz en la especie *G. crinita* C. Mart., mientras que la especie *S. amazonicum* Huber presentó menor constante de la relación tallo - raíz (Cuadro 10 y Figura 6).

Cuadro 9. Análisis de varianza de la variable relación tallo - raíz de las cinco especies forestales durante la fase de vivero.

| FV | GL | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|----------|----|---------|--------|---------|--------|---------|----------|----------|---------|
| | | CM1 | Sig.1 | CM2 | Sig.2 | CM3 | Sig.3 | CM4 | Sig.4 |
| Bloque | 2 | 0.01 | 0.27ns | 0.01 | 0.39ns | 0.03 | 0.653ns | 0.12 | 0.56ns |
| Especies | 4 | 0.25 | 0.01** | 0.04 | 0.59ns | 2.82 | <.0001** | 2.93 | 0.001** |
| Error | 8 | 0.03 | | 0.05 | | 0.06 | | 0.19 | |
| Total | 14 | 0.29 | | 0.09 | | 2.91 | | 3.23 | |
| CV (%) | | 16.2 | | 20.6 | | 13.6 | | 17.6 | |

1, 2, 3, 4 son los días evaluados posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días).

CV (%): Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 10. Prueba Tukey de la variable relación tallo-raíz de las cinco especies forestales durante la fase de vivero.

| Especies | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|----------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|----------|-------|
| | Prom. | Sig.1 | Prom. | Sig.2 | Prom. | Sig.3 | Prom. | Sig.4 |
| <i>G. crinita</i> C. Mart. | 1.03 | ba | 1.24 | a | 3.42 | a | 4.01 | a |
| <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 0.77 | b | 1.01 | a | 1.49 | b | 2.49 | b |
| <i>C. glandulosa</i> Perkins | 1.29 | ba | 0.98 | a | 1.70 | b | 2.63 | b |
| <i>S. macrophylla</i> King | 1.53 | a | 1.12 | a | 1.05 | b | 1.43 | b |
| <i>S. amazonicum</i> Huber | 1.03 | ba | 1.12 | a | 1.10 | b | 1.43 | b |

1, 2, 3, 4 son los días evaluados posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días).

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

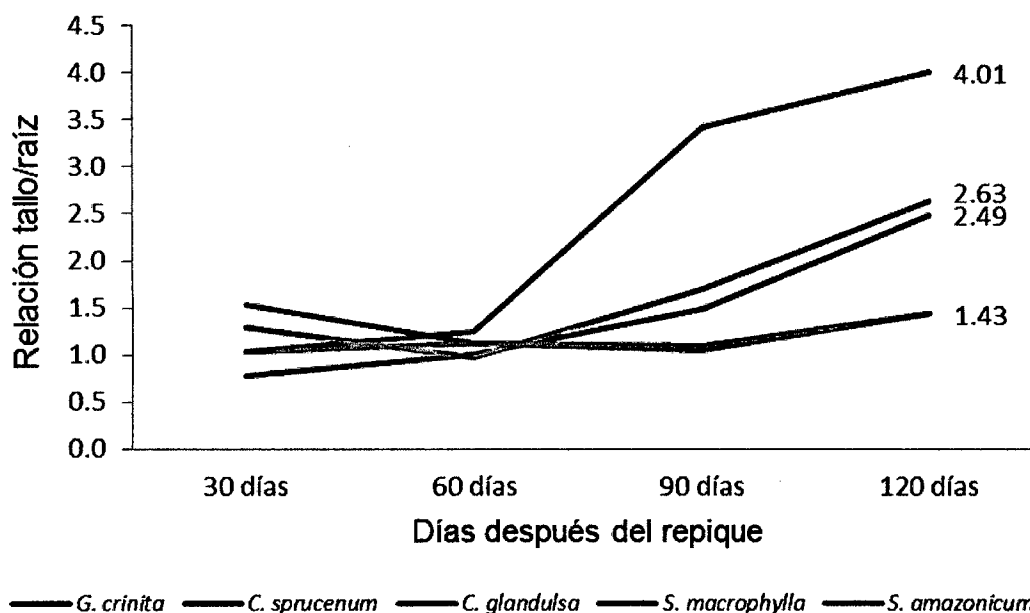


Figura 6. Comportamiento de la relación tallo - raíz de las cinco especies forestales durante la fase de vivero.

4.2.2. Peso seco de la parte aérea de cinco especies forestales durante la fase de vivero

Entre los bloques empleados en la investigación no se ha encontrado diferencias estadísticas, mientras que al comparar las especies, presentaron diferencias en la variable peso seco de la parte aérea a los 30, 60, y 90 días después del repique a excepción de la evaluación realizada a los 120 días (Cuadro 11). La especie *S. amazonicum* Huber presentó mayor peso seco a 30 días después del repique, mientras que en las evaluaciones registradas a 60 y 90 días después del repique la especie *G. crinita* C. Mart. alcanzó mayor valor promedio y a 120 días se encontró que el peso seco alcanzado por la parte aérea de los plantones fueron similares (Cuadro 12 y Figura 7).

Cuadro 11. Análisis de varianza de la variable peso seco de la parte aérea (g) de las cinco especies forestales en la fase de vivero.

| FV | GL | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|----------|----|---------|-----------|---------|--------|---------|---------|----------|--------|
| | | CM1 | Sig.1 | CM2 | Sig.2 | CM3 | Sig.3 | CM4 | Sig.4 |
| Bloque | 2 | 0.03 | 0.08ns | 0.22 | 0.39ns | 3.10 | 0.295ns | 6.40 | 0.67ns |
| Especies | 4 | 0.53 | <0.0001** | 1.60 | 0.01** | 27.35 | 0.002** | 11.82 | 0.56ns |
| Error | 8 | 0.01 | | 0.20 | | 2.17 | | 14.92 | |
| Total | 14 | 0.56 | | 2.02 | | 32.62 | | 33.14 | |
| CV (%) | | 19.3 | | 29.6 | | 23.6 | | 30.6 | |

1, 2, 3, 4 son los días evaluados posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días).

CV (%): Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 12. Prueba Tukey de la variable peso seco de la parte aérea (g) de las cinco especies forestales en la fase de vivero.

| Especies | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|----------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|----------|-------|
| | Prom. | Sig.1 | Prom. | Sig.2 | Prom. | Sig.3 | Prom. | Sig.4 |
| <i>G. crinita</i> C. Mart. | 0.11 | c | 2.73 | a | 11.43 | a | 15.21 | a |
| <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 0.26 | c | 1.28 | b | 5.51 | b | 10.46 | a |
| <i>C. glandulosa</i> Perkins | 0.15 | c | 0.95 | b | 5.54 | b | 14.11 | a |
| <i>S. macrophylla</i> King | 0.73 | b | 1.02 | b | 3.51 | b | 11.23 | a |
| <i>S. amazonicum</i> Huber | 1.07 | a | 1.66 | ba | 5.23 | b | 12.13 | a |

1, 2, 3, 4 son los días evaluados posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días).

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

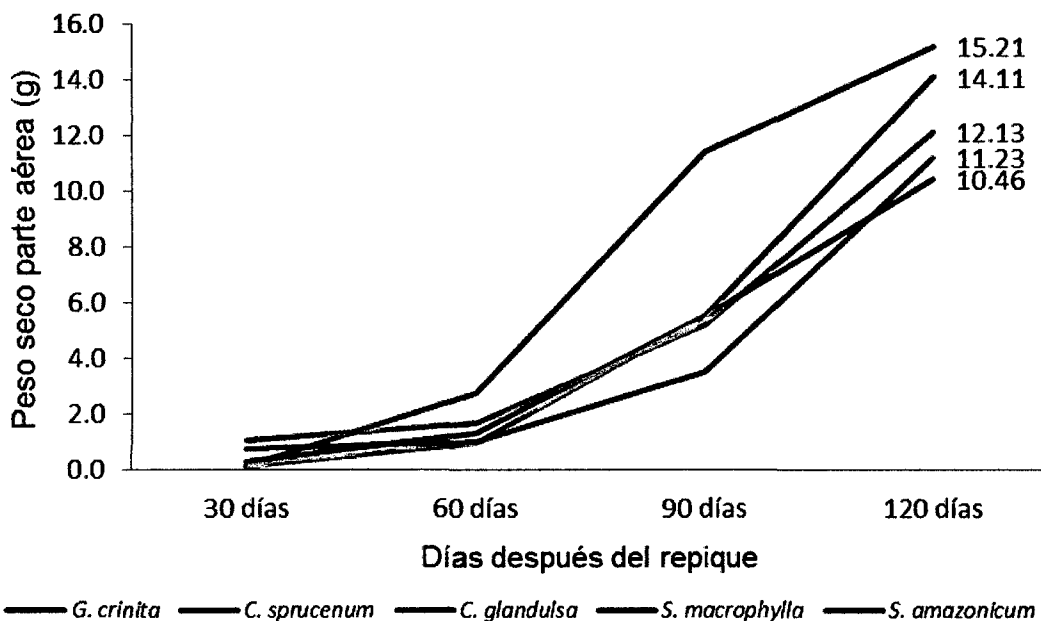


Figura 7. Comportamiento del peso seco promedio de la parte aérea (g) de las cinco especies forestales durante la fase de vivero.

4.2.3. Peso seco de la raíz de cinco especies forestales durante la fase de vivero

Entre los bloques empleados en la investigación no se encontró diferencias estadísticas, mientras que al comparar entre las especies si presentaron diferencias estadísticas en la variable peso seco del sistema radicular a los 30 y 90 días después del repique a excepción de las evaluaciones registradas a los 60 y 120 días (Cuadro 13).

S. amazonicum Huber presentó mayor peso seco radicular a los 30 días después de repique, la especie *G. crinita* C. Mart. alcanzó mayor peso seco a los 60 días, 90 días y a los 120 días se encontró que el peso seco del sistema radicular de los plantones fue similar (Cuadro 14 y Figura 8).

Cuadro 13. Análisis de varianza de la variable peso seco de la raíz (g) de las cinco especies forestales en la fase de vivero.

| FV | GL | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|----------|----|---------|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| | | CM1 | Sig.1 | CM2 | Sig.2 | CM3 | Sig.3 | CM4 | Sig.4 |
| Bloque | 2 | 0.00 | 0.27ns | 0.001 | 0.94ns | 0.33 | 0.62ns | 0.87 | 0.60ns |
| Especies | 4 | 0.05 | 0.00** | 0.079 | 0.05ns | 4.04 | 0.01** | 3.73 | 0.15ns |
| Error | 8 | 0.00 | | 0.021 | | 0.64 | | 1.61 | |
| Total | 14 | 0.06 | | 0.102 | | 5.02 | | 6.21 | |
| CV (%) | | 34.2 | | 34.5 | | 50.8 | | 36.8 | |

1, 2, 3, 4 son los días evaluados posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días).

CV (%): Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 14. Prueba Tukey de la variable peso seco de la raíz (g) de las cinco especies forestales en la fase de vivero.

| Especies | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|----------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|----------|-------|
| | Prom. | Sig.1 | Prom. | Sig.2 | Prom. | Sig.3 | Prom. | Sig.4 |
| <i>G. crinita</i> C. Mart. | 0.02 | c | 0.67 | a | 3.57 | a | 4.49 | a |
| <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 0.08 | bc | 0.42 | a | 1.56 | ba | 3.26 | a |
| <i>C. glandulosa</i> Perkins | 0.04 | c | 0.28 | a | 1.16 | b | 4.43 | a |
| <i>S. macrophylla</i> King | 0.18 | b | 0.27 | a | 0.62 | b | 1.76 | a |
| <i>S. amazonicum</i> Huber | 0.33 | a | 0.45 | a | 1.00 | b | 3.26 | a |

1, 2, 3, 4 son los días evaluados posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días).

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

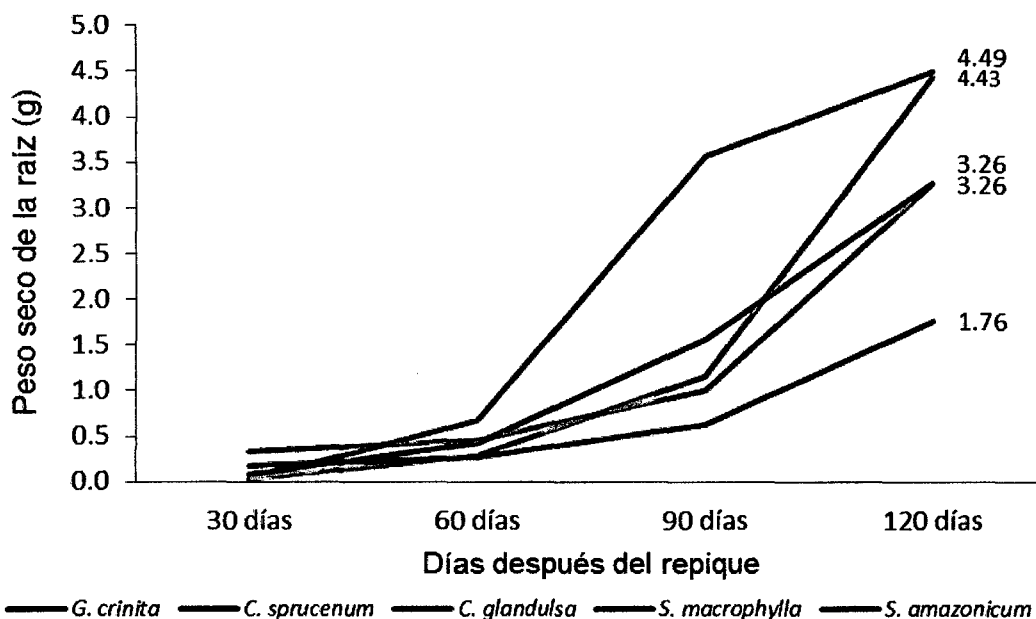


Figura 8. Comportamiento del peso seco promedio de la raíz (g) de las cinco especies forestales durante la fase de vivero.

4.3. Raíces secundarias de los plantones de cinco especies forestales durante la fase de vivero

Al realizar el análisis de varianza para la variable cantidad de raíces secundarias, se ha determinado que entre los bloques no presentaron diferencias estadísticas, pero si entre las especies forestales presentaron diferencias a los 30 días del repique mientras que, en las demás evaluaciones no se encontró diferencias estadísticas (Cuadro 15).

A los 30 días después del repique la especie *C. glandulosa* Perkins presentó mayor número de raíces, en las demás evaluaciones no se ha encontrado diferencias estadísticas, obteniendo el mejor valor numérico las especies *C. glandulosa* Perkins y *G. crinita* C. Mart. (Cuadro 16 y Figura 9).

Cuadro 15. Análisis de varianza de la variable número de raíces secundarias de las cinco especies forestales en la fase de vivero.

| FV | GL | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|---------|----|---------|--------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| | | CM1 | Sig.1 | CM2 | Sig.2 | CM3 | Sig.3 | CM4 | Sig.4 |
| Bloque | 2 | 1.03 | 0.27ns | 2.63 | 0.61ns | 5.04 | 0.26ns | 26.68 | 0.45ns |
| Especie | 4 | 5.74 | 0.01* | 14.26 | 0.10ns | 5.02 | 0.26ns | 65.74 | 0.16ns |
| Error | 8 | 0.67 | | 5.00 | | 3.11 | | 29.95 | |
| Total | 14 | 7.45 | | 21.89 | | 13.16 | | 122.38 | |
| CV (%) | | 12.1 | | 22.8 | | 15.7 | | 33.8 | |

1, 2, 3, 4 son los días evaluados posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días).

CV (%): Coeficiente de variabilidad.

Cuadro 16. Prueba Tukey de la variable número de raíces secundarias de las cinco especies forestales en la fase de vivero.

| Especies | 30 días | | 60 días | | 90 días | | 120 días | |
|----------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|----------|-------|
| | Prom. | Sig.1 | Prom. | Sig.2 | Prom. | Sig.3 | Prom. | Sig.4 |
| <i>G. crinita</i> C. Mart. | 6.07 | b | 6.60 | a | 12.33 | a | 18.88 | a |
| <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 5.27 | b | 11.53 | a | 11.27 | a | 16.93 | a |
| <i>C. glandulosa</i> Perkins | 8.87 | a | 11.87 | a | 12.07 | a | 21.73 | a |
| <i>S. macrophylla</i> King | 6.33 | b | 8.73 | a | 9.07 | a | 9.60 | a |
| <i>S. amazonicum</i> Huber | 7.33 | ba | 10.40 | a | 11.53 | a | 13.80 | a |

1, 2, 3, 4 son los días evaluados posteriores al repique (30, 60, 90 y 120 días).

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

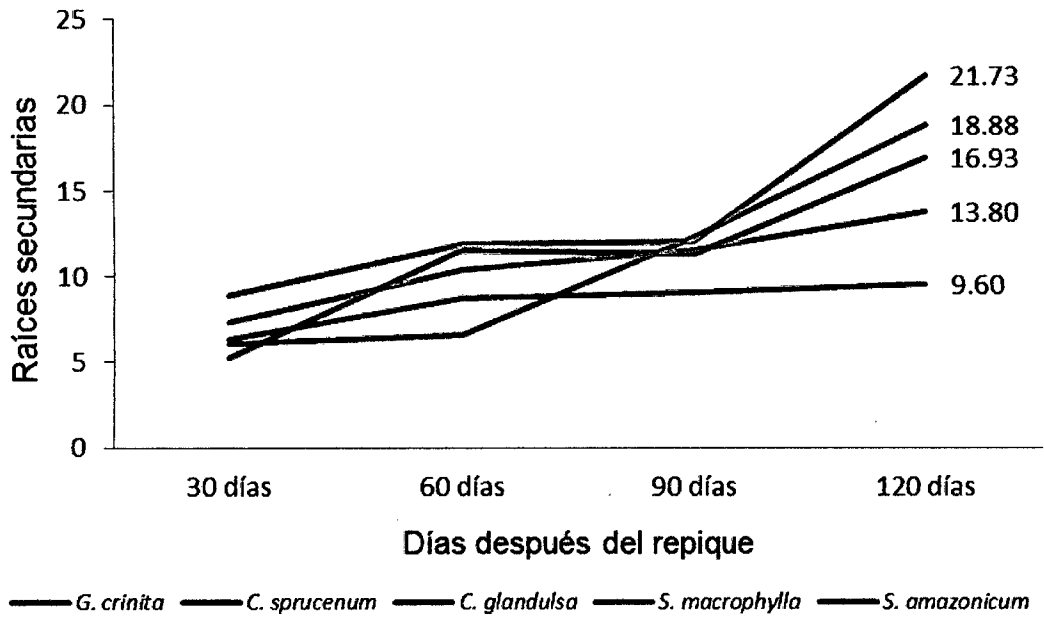


Figura 9. Comportamiento del número de raíces secundarias de las cinco especies forestales durante la fase de vivero.

V. DISCUSIÓN

5.1. Altura del plantón y diámetro a nivel del cuello en plantones de las cinco especies forestales producidos en la fase de vivero

LAMPRECHT (1990) indica que, dentro de la selección del material de plantación, normalmente es recomendado utilizar plantas pequeñas, de aproximadamente 15 a 30 cm, debido a que éstas son menos susceptibles al shock de plantación, crecen mejor, son más tolerantes a la sequedad y en general son de fácil manejo, en la investigación se ha encontrado que las cinco especies forestales utilizadas alcanzaron alturas recomendadas para el trasplante a los 60 días después de realizarse el repique.

De manera similar para MURILLO y CAMACHO (1997), el conocer la altura inicial al momento de la plantación sí podría tener importancia según sea el sistema de producción que se haya utilizado en el vivero. Con el sistema de bolsa, por ejemplo, no se debería establecer plantones cuya sección aérea (tallo) supere los 30 cm (según sea el tamaño de bolsa), ya que sus raíces muy probablemente estén ya sufriendo enrollamiento dentro de la bolsa.

La calidad de plantas y otros materiales que se utilizan para establecer una plantación forestal es un aspecto crítico en su desarrollo posterior. Aquí se refiere a la calidad física y fisiológica de las plantas. Las

características deseables de una planta para ser llevada al campo debe ser de tamaño acorde al tamaño de la bolsa o envase (GALLOWAY, 2000), en el caso de la investigación el tamaño óptimo del plantón producidas en bolsas de 6" x 10" serían adecuadas a los 90 días después de haberse realizado el repique.

QUIROZ *et al.* (2009) indican que, los atributos morfológicos de la relación con altura, diámetro, relación diámetro/altura y características visuales de hojas, tallos y raíces; para el caso de la altura y diámetro en los plantones fue muy variante entre especies debido a algunas características fenotípicas y genotípicas en cada especie.

La altura inicial de estas especies forestales muestra la importancia para el establecimiento. Al respecto DÍAZ *et al.* (2004) determinaron que, la altura inicial de las plantones es el parámetro que mejor se correlaciona con la supervivencia en el campo definitivo.

La altura puede ser manipulada en vivero a través de la fertilización, el riego y el repicado. Es difícil, y puede inducir a error, correlacionar la altura del plantón con el comportamiento en campo excluyendo otros parámetros (BIRCHLER *et al.*, 1998), respuestas diferentes en la variable altura se ha encontrado en la investigación, a pesar que se utilizó un solo sustrato para las cinco especies y las alturas fueron muy variables entre especies.

Varios estudios han concluido que la altura inicial de los plantones no se correlaciona, o lo hace de forma negativa, con la supervivencia, aunque

sí se correlaciona con el crecimiento en altura tras la plantación (Thompson, 1985; citado por BIRCHLER *et al.*, 1998).

Por otro lado, algunos estudios han mostrado que la ventaja inicial en la altura del plantón permanece en el tiempo. Un plantón ideal presenta una altura dentro de un rango que ha sido unido con el éxito en las plantaciones de una especie dada, para unas determinadas condiciones de estación (BIRCHLER *et al.*, 1998).

5.2. Relación del tallo con la raíz y peso seco en plantones de las cinco especies forestales producidos en la fase de vivero

De acuerdo al análisis la especie *G. crinita* C. Mart. presentó mayor relación tallo – raíz, la cual manifiesta que presenta mejor comportamiento en suelos con menor humedad al ser comparado con las demás especies evaluadas; DALMASSO *et al.* (1994) indican que, en una investigación que la relación vástago – raíz en plantones de tres especies forestales nativas de zonas áridas templadas y el sistema radical de *Prosopis chilensis* manifiesta un comportamiento axonomorfo, triplicando en longitud a la expresión aérea., la especie *Prosopis flexuosa* mostró una raíz principalmente dominante con raíces secundarias conspicuas la longitud radical llegó a sextuplicar a la del vástago. La raíz de la especie *Bulnesia retama*, si bien en la primera etapa se comporta como axonomorfa, pierde este hábito debido a la magnitud de las raíces secundarias.

KRAMER (1987) menciona que existe información limitada respecto a la cantidad de materia seca incorporada a las raíces, comparada con los vástagos, en gran parte debido a la dificultad de obtener sistemas enteros de raíces; en este caso no se encontró una limitante en obtener datos del sistema radicular debido a que los plantones fueron producidos en bolsas.

WILD (1992) indica que, se conocen poco los factores ambientales y fisiológicos que determinan la distribución de compuestos asimilados entre raíces y parte aérea, aunque algunos investigadores han sugerido que muchas plantas son antieconómicas al derivar demasiados compuestos asimilados al crecimiento radicular a expensas del crecimiento de la parte aérea y del rendimiento útil; En este caso se ha encontrado diferentes constantes de la relación tallo – raíz debido a que las especies forestales fueron diferentes.

Sobre las raíces y vástagos, KRAMER (1987) señala que dependen unos de otros en varios aspectos y si el crecimiento de uno se encuentra muy modificado, lo probable es que al otro le suceda lo mismo, puesto que el crecimiento de la raíz depende de un abastecimiento de carbohidratos proporcionado por los vástagos, factores tales como la sombra y la reducción de la superficie de las hojas también reducen el crecimiento de la raíz.

En cuanto al peso de la raíz, KRAMER (1987) indica que, es expresado como fracción del peso total de la planta cambia a lo largo del

desarrollo, en muchos cereales de zonas templadas varía desde, aproximadamente 0.4 a 0.1 dependiendo de la etapa de crecimiento.

La sombra reduce generalmente tanto el tamaño absoluto de los sistemas de raíces como la proporción entre raíces y vástagos, el desarrollo de frutos y semillas reduce a veces el crecimiento de la raíz; Además de proporcionarles carbohidratos, los vástagos también abastecen a las raíces en hormonas (KRAMER, 1987).

BIRCHLER *et al.* (1998) mencionan que la relación parte aérea/parte radical: Es el balance entre la parte transpirante y la parte absorbente y se calcula habitualmente a partir de la relación de los pesos secos de cada una de las partes. Este parámetro puede ser de gran importancia cuando la plantación tiene lugar en estaciones difíciles, donde el factor más influyente sobre la supervivencia del primer año es una larga y cálida estación seca.

5.3. Raíces secundarias de los plantones de las cinco especies forestales durante la fase de vivero

En tareas de reforestación es importante que los plantones a establecer posean un sistema radicular suficientemente desarrollado en longitud, esto es significativo bajo diferentes tipos de suelos (DALMASSO, 1994), en el caso de la investigación se encontró diferencia entre los datos radiculares debido a los diferentes especies forestales.

Es difícil determinar qué es lo que se tiene que medir, teniendo en cuenta los numerosos atributos morfológicos y fisiológicos que afectan al comportamiento de la planta en campo; Pero una vez identificados nos permiten definir la planta ideal que incluye todas las características morfológicas y fisiológicas que se pueden ligar cuantitativamente con el éxito de la plantación (Rose *et al.*, 1990; citados por BIRCHLER *et al.*, 1998).

Los atributos morfológicos dicen relación con altura, diámetro, relación diámetro/altura y características visuales de hojas, tallos y raíces. Existen rangos para cada uno de los atributos establecidos por la norma sólo para la producción en contenedor para plantas provenientes de semillas de las cinco especies consideradas (QUIROZ *et al.*, 2009).

Asimismo, se determina que hay una relación entre el sistema radicular sobre el crecimiento y sobrevivencia de plantones, BIRCHLER *et al.* (1998) indican que, en el vivero se produce la manipulación del estado hídrico de la planta para lograr un equilibrio entre la absorción y la pérdida de agua con ello se intenta minimizar el estrés, optimizar la producción y permitir que la planta continúe su ciclo anual de crecimiento, ininterrumpido hasta el momento.

Los factores de la misma que influyen en la absorción de agua, tales como distribución y longitud de raíces, superficie, permeabilidad y viabilidad, están en su máximo; Sin embargo, después de los procesos de extracción, manejo, repicado, almacenaje y plantación, estos factores cambian drásticamente; La distribución de las raíces queda modificada, quedando

confinadas en un pequeño agujero con escaso contacto directo con el suelo y el sistema radical pierde sus elementos más permeables pero también más frágiles, que son las raicillas no suberizadas (Chung y Kramer, 1975; citados por BIRCHLER *et al.*, 1998).

Por lo tanto, no resulta sorprendente que las plantas recién puestas sean susceptibles al estrés hídrico, siendo el restablecimiento del contacto entre raíz y suelo y el inicio de la absorción de agua los factores críticos que determinan la supervivencia a corto plazo; y para que esto se produzca, se debe reiniciar el crecimiento radical (Burdett, 1990; citado por BIRCHLER *et al.*, 1998).

VI. CONCLUSIONES

1. La mayor altura total y diámetro del tallo a nivel del cuello de los plantones alcanzado a los 30 días después del repique de la especie forestal *S. amazonicum* Huber, luego en las demás evaluaciones la especie *G. crinita* C. Mart. presentó mayores valores estadísticos tanto en la altura total como en el diámetro a nivel del cuello al comparar con las especies *C. spruceanum* Benth Hooke, *C. glandulosa* Perkins y *S. macrophylla* King respectivamente.
2. Se encontró mayor constante de la relación tallo - raíz en la especie *G. crinita* C. Mart., seguido de las especies *C. glandulosa* Perkins, *C. spruceanum* Benth Hooke, *S. macrophylla* King y *S. amazonicum* Huber.
3. La especie forestal *G. crinita* C. Mart. presentó mayor peso seco de la parte aérea y del sistema radicular seguido de las especies *C. glandulosa* Perkins, *S. amazonicum* Huber, *S. macrophylla* King y finalmente la especie *C. spruceanum* Benth Hooke.
4. La especie *C. glandulosa* Perkins presentó mayor valor numérico en raíces secundarias, seguido de las especies *G. crinita* C. Mart., *C. spruceanum* Benth Hooke, *S. amazonicum* Huber y finalmente la especie *S. macrophylla* King.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para determinar la calidad de los plantones en estas especies forestales empleando la variable relación tallo – raíz, se debe evaluar el comportamiento de las especies forestales en campo definitivo.
2. De acuerdo a la variable relación tallo – raíz es recomendable llevar a campo definitivo a los 60 días después del repique a las especies *G. crinita* C. Mart. y *S. amazonicum* Huber, a los 90 días a las especies *C. spruceanum* Benth Hooke y *C. glandulosa* Perkins y a los 120 días a la especie *S. macrophylla* King.
3. Establecer las especies forestales en suelos áridos y húmedos para ver el efecto de la relación tallo - raíz sobre el crecimiento inicial de estas especies en dos tipos de sitios.
4. La especie forestal *G. crinita*. C. Mart. se debe establecer en áreas donde la humedad del suelo es limitado debido a que fue la especie que presentó mayor relación tallo – raíz en la investigación.

Growth and stem connection – root in plants of five forest species during the nursery in Tingo Maria

VIII. ABSTRACT

In order to determine the dasometrics variables, the stem connection – root and count the number of secondary roots in seedlings of five forest species during the nursery phase, it was developed a research with the species of bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.), capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth), caoba (*Swietenia macrophylla* King), pino chuncho (*Schizolobium amazonicum* Huber) y shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins). The research was carried out in the Forest and Ornamental nursery Las Heliconias of the Universidad Nacional Agraria de la Selva, located politically in the Rupa Rupa district, province of Leoncio Prado and Huánuco region, ecologically it is in the plant formation of very wet tropical montane forests (bmh-PT) with average annual temperature of 24,3 C, precipitation of 3,300 mm, relative moisture of 87% and an altitude of 660 m.s.n.m. It was established under the design in randomized complete block (DRCB), the result being that the forest species *Schizolobium amazonicum* Huber achieved greater total height and stem diameter in the neck level in seedlings after 30 days peal, there was greater constant connection stem – root, dry weight of stem and dry weight of root in the forest species *Guazuma crinita* C. Mart, while the *C. glandulosa* Perkins presented highest numerical value in secondary roots, followed by the *Guazuma crinita* C. Mart, *Calycophyllum spruceanum* Benth, *Schizolobium amazonicum* Huber and finally the *Swietenia macrophylla* King.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARREGHINI, M. 1992. Germinación; Prácticas de Energía Germinativa y Poder germinativa de Semillas. Editorial. Grupo Noriega. Limusa, México. D.F. 335 p.
- BIRCHLER, T., ROSE, R.W., ROYO, A., PARDOS, M. 1998. La planta ideal: Revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Departamento de Silvicultura. CIFOR – INIA. Madrid, España. 13 p.
- BOLFOR. 2001. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas. Edit. Copyright©. Santa Cruz, Bolivia. 32 p.
- CARVALHO, P.E. 1994. Especies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. EMBRAPA. Brasília, Brasil. 639 p.
- CATIE, T. 2000. Manejo Silvicultural de la especie de Shaina. *Colubrina glandulosa* Perkins, en la amazonía peruana. Pucallpa. 63 p.
- CLARK, G. 1995. Evaluación de siembra directa de shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins.) en un Bosque Primario de Turrialba – Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. 58 p.

- DALMASSO, A., MASUELLI, R., SALGADO, O. 1994. Relación vástago – raíz durante el crecimiento en vivero de tres especies nativas del monte *Prosopis chilensis*, *Prosopis flexuosa* y *Bulnesia retama*. *Multequina* 3:35-43.
- DÍAZ, L., MALDONADO, C., PETERS, J., PÉREZ, M., PUÉRTOLAS, S. 2004. Evaluación de la calidad de plántulas de *Pinus canariensis* cultivadas con diferentes métodos en la supervivencia y crecimiento en campo. *Actas de la III Reunión sobre Repoblaciones Forestales*. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 17: 63 - 67.
- FLORES, B.Y. 1997. Comportamiento fenológico de 88 especies forestales de la Amazonia Peruana. INIA. Lima, Perú. 113 p.
- GALLOWAY, G. 2000. Plantaciones forestales de pequeña escala. OFI – CATIE. Capítulo 7. Turrialba, Costa Rica. 40 p.
- HERRERA, Y. 2002. Estudio de la especie forestal de shaina. *Colubrina glandulosa* Perkins. Afiche en *Revista Forestal Centroamericana* Oct-Dic 1997, nº 21. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2009. Manejo de bosques con fines maderables. *Probosques*. 2 p.
- INIAA - JICA. 1991. Manual silvicultural. Informe final del Proyecto Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la Región Amazónica de la República del Perú. Japón. 260 p

- ISTA, P. 1976. Normas Internacionales para los Ensayos de Semillas Manual para Ensayos de germinación de Semillas Forestales. Turrialba, Costa Rica. Manual Técnico. 128 p.
- JUSTINIANO, J., PARIONA, W., FREDERICKSEN, T., NASH, D. 2001. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas. Serebó o sombrerillo *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake Caesalpiniaceae. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia. 37 p.
- KRAMER, P. 1987. Relaciones hídricas de suelos y plantas; Una síntesis moderna. México, Offset. Rebosan, S.A. 538 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos; Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. Por Antonio Carrillo. Ed. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Cooperación Técnica. Eschborn, República federal de Alemania. 335 p.
- MILTHORPE, M., MOORBY, R. 1982. Estudios realizados en porcentaje de germinación de Colubrina glandulosa. CATIE. 128 p.
- MURILLO, O., CAMACHO, P. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. Departamento de Ingeniería Forestal; Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. Agronomía Costarricense 21(2): 189 – 206.

- NIEMBRO, A., MÁRQUEZ, J., RAMÍREZ, E.O. 2006. Emergencia y crecimiento inicial de plántulas de 20 familias de caoba [*Swietenia macrophylla* King – Meliaceae] procedentes de una plantación en el Estado de Campeche, México. Foresta Veracruzana. Universidad Veracruzana Xalapa, México. pp. 33 – 39.
- PADRON, E. 1996. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Ed. Trillas. México. 215 p.
- PERETTI, A. 1997. Manual Para Análisis de Semillas. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 262 p.
- PEREZ, I. 2001. Comportamiento fenológico por efecto de poda en diferentes fases lunares. Tesis Ing. Recursista. Mención Ciencias Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 68 p.
- QUIROZ, I., GARCÍA, E., GONZÁLES, M. CHUNG, P., CASANOVA, K., SOTO, H. 2009. Calidad de planta y certificación. Instituto Forestal (INFOR), Centro Tecnológico de la Planta Forestal (CTPF). 5 p.
- REÁTEGUI, M.E. 2010. Evaluación del efecto de tres abonos orgánicos para el crecimiento de shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins), en fase de vivero en Tingo María – Huánuco. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Mención Ciencias Forestales. Huánuco, Perú. 91 p.
- SABOGAL, C., ALMEIDA, E., MARMILLOD, D., CARVALHO, J. 2006. Silvicultura na Amazônia Brasileira: avaliação de experiências e

recomendações para implementação e melhoria dos sistemas. CIFOR.
Belém, Brasil. 190 p.

WILD, A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según
Russell. Madrid, España, Mundi Prensa. 1045 p.

ANEXO

Anexo 1. Análisis de varianza y prueba Tukey de las variables evaluadas.

A.1. Variable altura total en plantones de cinco especies forestales

Cuadro 17. ANVA de la altura total a los 30 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|-----|----------|-----------|----------|---------------|
| Bloque | 2 | 2.1718 | 1.08589 | 2.2506 | 0.1677ns |
| Especies | 4 | 398.8358 | 99.70894 | 206.6599 | <.0001** |
| Error | 8 | 3.8598 | 0.48248 | | |
| Total | 14 | 3.8598 | 101.27731 | | |
| CV (%) | 6.4 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad; **: Diferencia estadística al 0.01% y ns: No existe diferencia estadística.

Cuadro 18. Prueba Tukey de la altura total (cm) a los 30 días después del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 19.31 | a |
| 2 | <i>S. macrophylla</i> King | 14.49 | b |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 8.28 | c |
| 4 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 6.42 | cd |
| 5 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 6.16 | d |

Cuadro 19. ANVA de la altura total a los 60 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|-----|----------|-----------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 9.5319 | 4.76593 | 0.8538 | 0.4612ns |
| Especies | 4 | 783.2252 | 195.80629 | 35.0790 | <.0001** |
| Error | 8 | 44.6549 | 5.58187 | | |
| Total | 14 | 837.4120 | 206.15409 | | |
| CV (%) | 9.0 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad; **: Diferencia estadística al 0.01% y ns: No hay diferencia estadística.

Cuadro 20. Prueba Tukey de la altura total (cm) a los 60 días después del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 37.18 | a |
| 2 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 32.37 | a |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 22.17 | b |
| 4 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 20.47 | b |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 18.89 | b |

Cuadro 21. ANVA de la altura total a los 90 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|----------|----------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 15.115 | 7.557 | 0.136 | 0.578ns |
| Especies | 4 | 8606.442 | 2151.610 | 38.636 | <.0001** |
| Error | 8 | 445.513 | 55.689 | | |
| Total | 14 | 9067.069 | 2214.857 | | |
| CV (%) | 15.1 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad; **: Diferencia estadística al 0.01% y ns: No hay diferencia estadística.

Cuadro 22. Prueba Tukey de la altura total (cm) a los 90 días después del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 94.93 | a |
| 2 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 47.52 | b |
| 3 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 40.22 | bc |
| 4 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 39.49 | bc |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 24.71 | c |

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Cuadro 23. ANVA de la altura total a los 120 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|------------|------------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 191.6691 | 95.83453 | 1.5904 | 0.2621ns |
| Especies | 4 | 12198.7047 | 3049.67618 | 50.6113 | <.0001** |
| Error | 8 | 482.0542 | 60.25678 | | |
| Total | 14 | 12872.4280 | 3205.76748 | | |
| CV (%) | 10.5 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad

** : Diferencia estadística al 0.01% y

ns: No existe diferencia estadística.

Cuadro 24. Prueba Tukey de la altura total (cm) a los 120 días después del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 122.95 | a |
| 2 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 80.96 | b |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 65.57 | b |
| 4 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 64.57 | b |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 35.77 | c |

A.2. Diámetro del tallo a nivel del cuello en plantones de cinco especies forestales

Cuadro 25. ANVA del diámetro del tallo a los 30 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|-----|--------|---------|----------|---------------|
| Bloque | 2 | 0.0003 | 0.00017 | 2.0000 | 0.1975ns |
| Especies | 4 | 0.1007 | 0.02517 | 302.0785 | <.0001** |
| Error | 8 | 0.0007 | 0.00008 | | |
| Total | 14 | 0.1017 | 0.02542 | | |
| CV (%) | 3.6 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad

** : Diferencia estadística al 0.01% y

ns: No hay diferencia estadística.

Cuadro 26. Prueba Tukey del diámetro del tallo (cm) a los 30 días del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 0.37 | a |
| 2 | <i>S. macrophylla</i> King | 0.30 | b |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 0.26 | c |
| 4 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 0.18 | d |
| 5 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 0.14 | e |

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Cuadro 27. Análisis de varianza (ANVA) del diámetro del tallo a los 60 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|-----|--------|---------|----------|---------------|
| Bloque | 2 | 0.0003 | 0.00014 | 0.6269 | 0.5586ns |
| Especies | 4 | 0.0907 | 0.02267 | 101.5222 | <.0001** |
| Error | 8 | 0.0018 | 0.00022 | | |
| Total | 14 | 0.0928 | 0.02304 | | |
| CV (%) | 3.5 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad,

** : Diferencia estadística al 0.01% y

ns: No hay diferencia estadística.

Cuadro 28. Prueba Tukey del diámetro del tallo (cm) a los 60 días del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 0.52 | a |
| 2 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 0.48 | a |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 0.42 | b |
| 4 | <i>S. macrophylla</i> King | 0.41 | b |
| 5 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 0.29 | c |

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Cuadro 29. ANVA del diámetro del tallo a los 90 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|-----|--------|---------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 0.0023 | 0.00113 | 0.4033 | 0.6809ns |
| Especies | 4 | 0.2902 | 0.07254 | 25.9702 | 0.0001** |
| Error | 8 | 0.0223 | 0.00279 | | |
| Total | 14 | 0.3148 | 0.07646 | | |
| CV (%) | 8.3 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad,

** : Diferencia estadística al 0.01% y

ns: No existe diferencia estadística.

Cuadro 30. Prueba Tukey del diámetro del tallo (cm) a los 90 días del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 0.90 | a |
| 2 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 0.64 | b |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 0.61 | b |
| 4 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 0.54 | b |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 0.50 | b |

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Cuadro 31. ANVA del diámetro del tallo a los 120 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|-----|--------|---------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 0.0017 | 0.00086 | 0.2051 | 0.8187ns |
| Especies | 4 | 0.4584 | 0.11459 | 27.3275 | 0.0001** |
| Error | 8 | 0.0335 | 0.00419 | | |
| Total | 14 | 0.4936 | 0.11965 | | |
| CV (%) | 7.7 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad,

** : Diferencia estadística al 0.01% y

ns: No hay diferencia estadística.

Cuadro 32. Prueba Tukey del diámetro del tallo (cm) a 120 días del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 1.17 | a |
| 2 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 0.82 | b |
| 3 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 0.81 | b |
| 4 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 0.73 | b |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 0.66 | b |

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

A.3. Longitud de la raíz principal en los plantones de cinco especies forestales

Cuadro 33. ANVA de la longitud de la raíz principal a los 30 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|----------|-----------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 8.5199 | 4.25993 | 0.7742 | 0.4928ns |
| Especies | 4 | 397.5984 | 99.39961 | 18.0653 | 0.0005* |
| Error | 8 | 44.0178 | 5.50223 | | |
| Total | 14 | 450.136 | 109.16176 | | |
| CV (%) | 23.1 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad;

*: Diferencia estadística al 0.05%

Cuadro 34. Prueba Tukey de la longitud de la raíz (cm) a 30 días del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 19.52 | a |
| 2 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 10.68 | b |
| 3 | <i>S. macrophylla</i> King | 9.54 | b |
| 4 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 5.98 | b |
| 5 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 4.98 | b |

Cuadro 35. ANVA de la longitud de la raíz principal a 60 días del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|----------|-----------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 13.8914 | 6.94568 | 0.4475 | 0.6543ns |
| Especies | 4 | 521.4435 | 130.36087 | 8.3989 | 0.0058* |
| Error | 8 | 124.1700 | 15.52125 | | |
| Total | 14 | 659.5048 | 152.82779 | | |
| CV (%) | 15.9 | | | | |

Cuadro 36. Prueba Tukey de la longitud de la raíz principal (cm) a los 60 días después del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 33.05 | a |
| 2 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 29.97 | ba |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 23.19 | bac |
| 4 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 21.09 | bc |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 16.89 | c |

Cuadro 37. ANVA de la longitud de la raíz principal a 90 días del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|-----|---------|--------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 1.713 | 0.856 | 0.129 | 0.881na |
| Especies | 4 | 272.453 | 68.113 | 10.273 | 0.003* |
| Error | 8 | 53.042 | 6.630 | | |
| Total | 14 | 327.208 | 75.600 | | |
| CV (%) | 9.0 | | | | |

Cuadro 38. Prueba Tukey de la longitud de la raíz principal (cm) a los 90 días después del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 36.53 | a |
| 2 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 28.04 | b |
| 3 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 27.71 | b |
| 4 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 26.99 | b |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 23.67 | b |

Cuadro 39. ANVA de la longitud de la raíz principal a 120 días del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|-----|----------|----------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 36.2359 | 18.11795 | 2.5016 | 0.1433ns |
| Especies | 4 | 224.9185 | 56.22963 | 7.7637 | 0.0074* |
| Error | 8 | 57.9412 | 7.24265 | | |
| Total | 14 | 319.0956 | 81.59022 | | |
| CV (%) | 9.0 | | | | |

Cuadro 40. Prueba Tukey de la longitud de la raíz principal (cm) a los 120 días después del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 35.75 | a |
| 2 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 31.68 | ba |
| 3 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 30.91 | ba |
| 4 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 26.31 | b |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 25.03 | b |

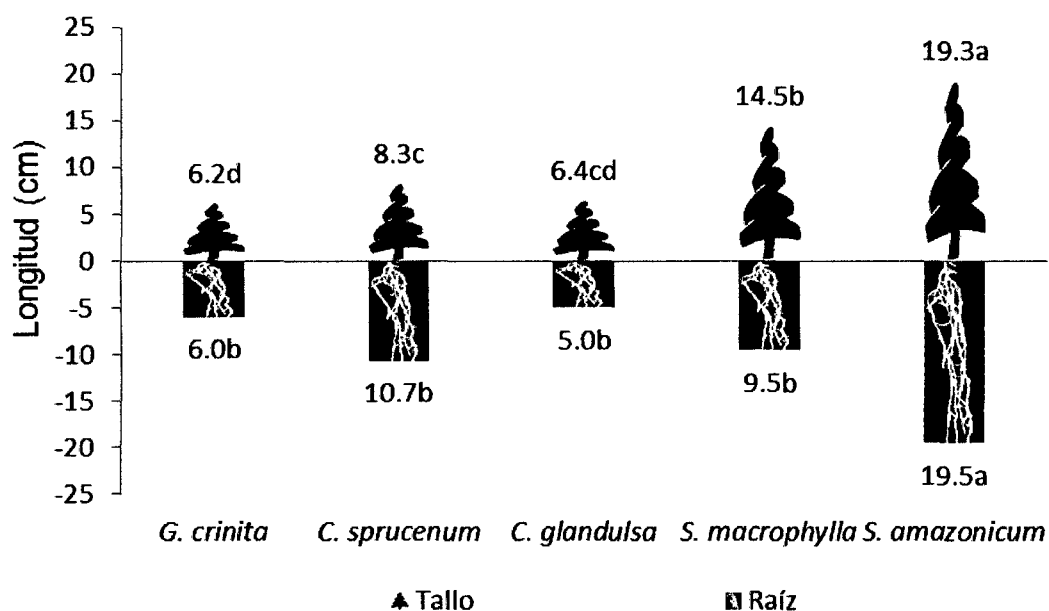


Figura 10. Valores promedios de la longitud del tallo y la raíz (cm) a los 30 días posterior al repique.

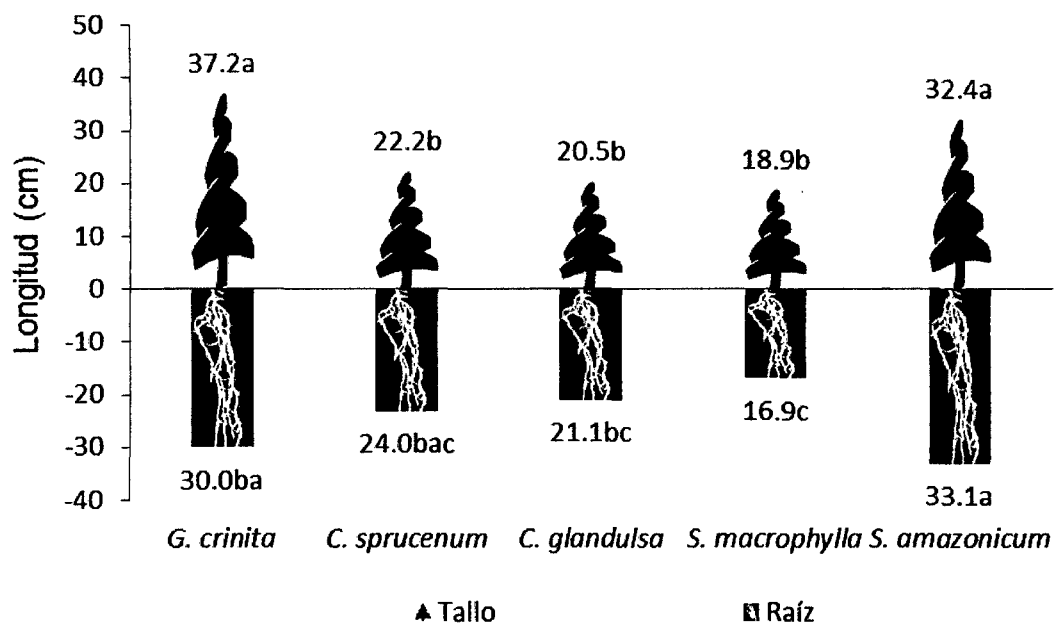


Figura 11. Valores promedios de la longitud del tallo y la raíz (cm) a los 60 días posterior al repique.

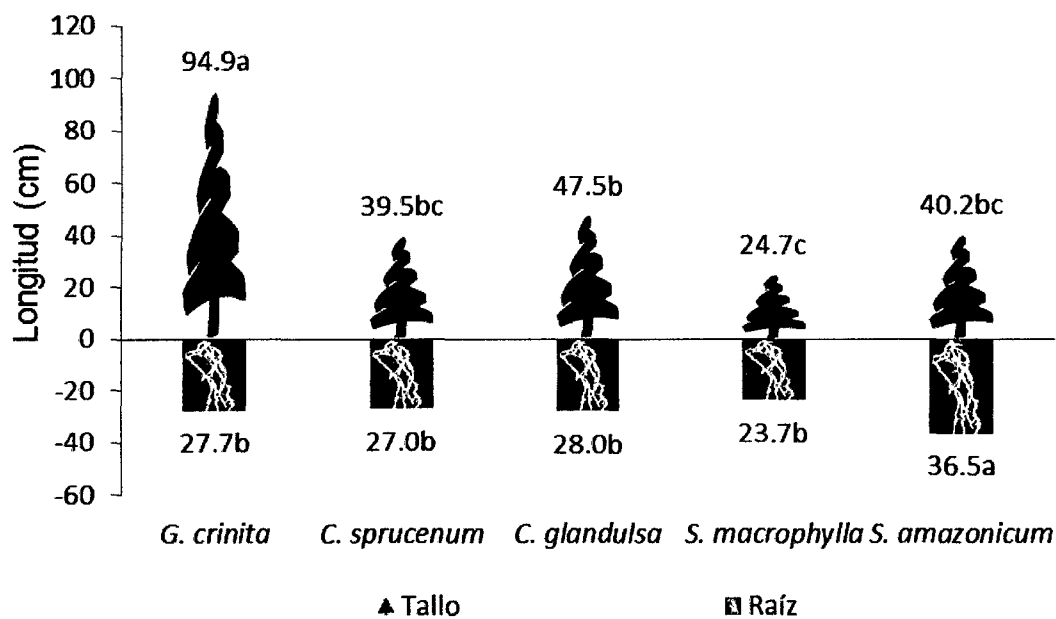


Figura 12. Valores promedios de la longitud del tallo y la raíz (cm) a los 90 días posterior al repique.

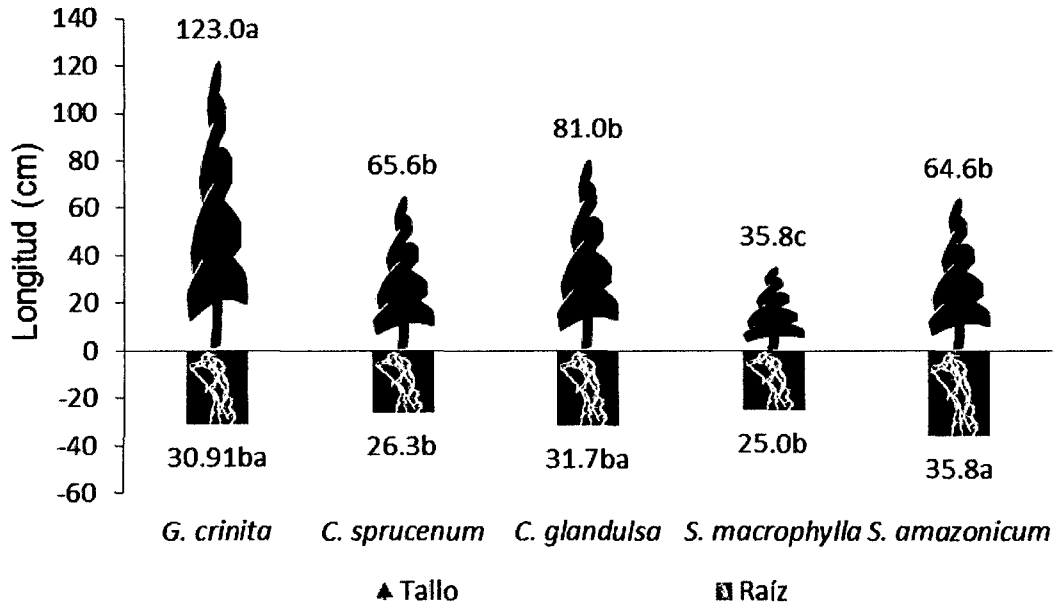


Figura 13. Valores promedios de la longitud del tallo y la raíz (cm) a los 120 días posterior al repique.

A.4. Peso seco de la parte aérea en plantones de cinco especies forestales

Cuadro 41. ANVA del peso seco de la parte aérea (g) a los 30 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|-------|-------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 0.057 | 0.028 | 3.52 | 0.08ns |
| Especies | 4 | 2.100 | 0.525 | 65.25 | <.0001** |
| Error | 8 | 0.064 | 0.008 | | |
| Total | 14 | 2.222 | 0.562 | | |
| CV (%) | 19.3 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad; **: Diferencia estadística al 0.01% y ns: No presenta diferencia estadística.

Cuadro 42. Prueba Tukey en peso seco de la parte aérea a 30 días del repique.

| OM | Especie | Promedio (g) | Significancia |
|----|----------------------------------|--------------|---------------|
| 1 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 1.07 | a |
| 2 | <i>S. macrophylla</i> King | 0.73 | b |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 0.26 | c |
| 4 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 0.15 | c |
| 5 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 0.11 | c |

Cuadro 43. ANVA del peso seco de la parte aérea a 60 días del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|-------|-------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 0.432 | 0.216 | 1.06 | 0.3914ns |
| Especies | 4 | 6.381 | 1.595 | 7.81 | 0.0072* |
| Error | 8 | 1.634 | 0.204 | | |
| Total | 14 | 8.446 | 2.015 | | |
| CV (%) | 29.6 | | | | |

Cuadro 44. Prueba Tukey en peso seco de la parte aérea a 60 días del repique.

| OM | Especie | Promedio (g) | Significancia |
|----|----------------------------------|--------------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 2.73 | a |
| 2 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 1.66 | ba |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 1.28 | b |
| 4 | <i>S. macrophylla</i> King | 1.02 | b |
| 5 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 0.95 | b |

Cuadro 45. ANVA del peso seco de la parte aérea a 90 días del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|---------|--------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 6.193 | 3.096 | 1.43 | 0.2951ns |
| Especies | 4 | 109.400 | 27.350 | 12.60 | 0.0016* |
| Error | 8 | 17.360 | 2.170 | | |
| Total | 14 | 132.952 | 32.616 | | |
| CV (%) | 23.6 | | | | |

Cuadro 46. Prueba Tukey del peso seco de la parte aérea (g) a los 90 días del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 11.43 | a |
| 2 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 5.54 | b |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 5.51 | b |
| 4 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 5.23 | b |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 3.51 | b |

Cuadro 47. ANVA del peso seco de la parte aérea a los 120 días del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|---------|--------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 12.794 | 6.397 | 0.43 | 0.6654ns |
| Especies | 4 | 47.297 | 11.824 | 0.79 | 0.5618ns |
| Error | 8 | 119.362 | 14.920 | | |
| Total | 14 | 179.453 | 33.142 | | |
| CV (%) | 30.6 | | | | |

Cuadro 48. Prueba Tukey del peso seco de la parte aérea (g) a los 120 días después del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 15.21 | a |
| 2 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 14.11 | a |
| 3 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 12.13 | a |
| 4 | <i>S. macrophylla</i> King | 11.23 | a |
| 5 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 10.46 | a |

A.5. Peso seco de la raíz en plantones de cinco especies forestales

Cuadro 49. ANVA del peso seco de la raíz a los 30 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|-------|-------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 0.006 | 0.003 | 1.54 | 0.273ns |
| Especies | 4 | 0.201 | 0.050 | 26.19 | 0.0001** |
| Error | 8 | 0.015 | 0.002 | | |
| Total | 14 | 0.222 | 0.055 | | |
| CV (%) | 34.2 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad;

** : Diferencia estadística al 0.01% y

ns: No presenta diferencia estadística.

Cuadro 50. Prueba Tukey del peso seco de la raíz (g) a los a 30 días del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 0.33 | a |
| 2 | <i>S. macrophylla</i> King | 0.18 | b |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 0.08 | bc |
| 4 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 0.04 | c |
| 5 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 0.02 | c |

Letras diferentes muestran la significancia estadística.

Cuadro 51. ANVA del peso seco de la raíz (g) a los 60 días del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|-------|-------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 0.003 | 0.001 | 0.06 | 0.939ns |
| Especies | 4 | 0.317 | 0.079 | 3.78 | 0.0517ns |
| Error | 8 | 0.168 | 0.021 | | |
| Total | 14 | 0.488 | 0.102 | | |
| CV (%) | 34.5 | | | | |

Cuadro 52. Prueba Tukey del peso seco de la raíz (g) a los 60 días del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 0.67 | a |
| 2 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 0.45 | a |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 0.42 | a |
| 4 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 0.28 | a |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 0.27 | a |

Cuadro 53. ANVA del peso seco de la raíz a los 90 días del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|--------|-------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 0.661 | 0.331 | 0.51 | 0.617ns |
| Especies | 4 | 16.163 | 4.041 | 6.27 | 0.0138* |
| Error | 8 | 5.159 | 0.645 | | |
| Total | 14 | 21.983 | 5.016 | | |
| CV (%) | 50.8 | | | | |

Cuadro 54. Prueba Tukey del peso seco de la raíz (g) a los 90 días del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 3.57 | a |
| 2 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 1.56 | ba |
| 3 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 1.16 | b |
| 4 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 1.00 | b |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 0.62 | b |

Cuadro 55. ANVA del peso seco de la raíz a los 120 días del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|--------|-------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 1.744 | 0.872 | 0.54 | 0.602ns |
| Especies | 4 | 14.909 | 3.727 | 2.32 | 0.145ns |
| Error | 8 | 12.870 | 1.609 | | |
| Total | 14 | 29.523 | 6.208 | | |
| CV (%) | 36.8 | | | | |

Cuadro 56. Prueba Tukey del peso seco de la raíz (g) a los 120 días del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 4.49 | a |
| 2 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 4.43 | a |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 3.26 | a |
| 4 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 3.26 | a |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 1.76 | a |

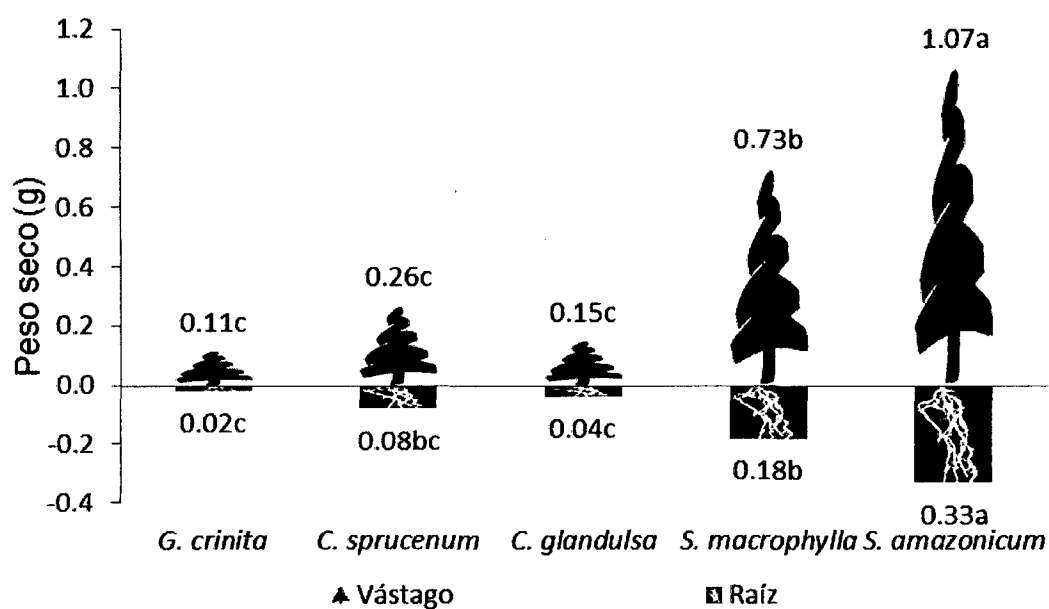


Figura 14. Valores promedios del peso seco de la parte aérea y la raíz (cm) a los 30 días posterior al repique.

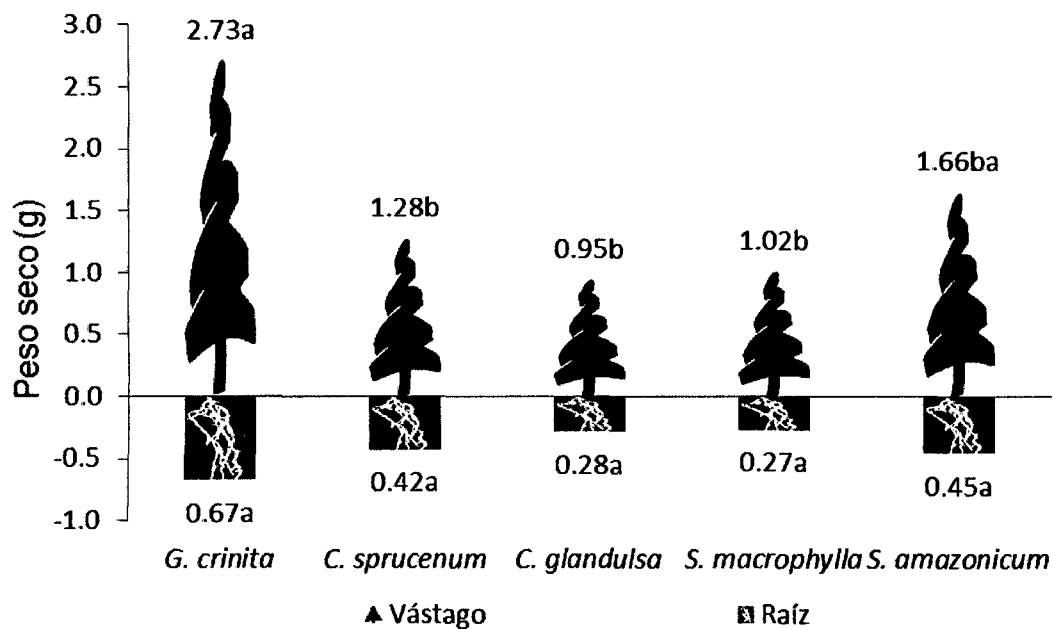


Figura 15. Valores promedios del peso seco de la parte aérea y la raíz (cm) a los 60 días posterior al repique.

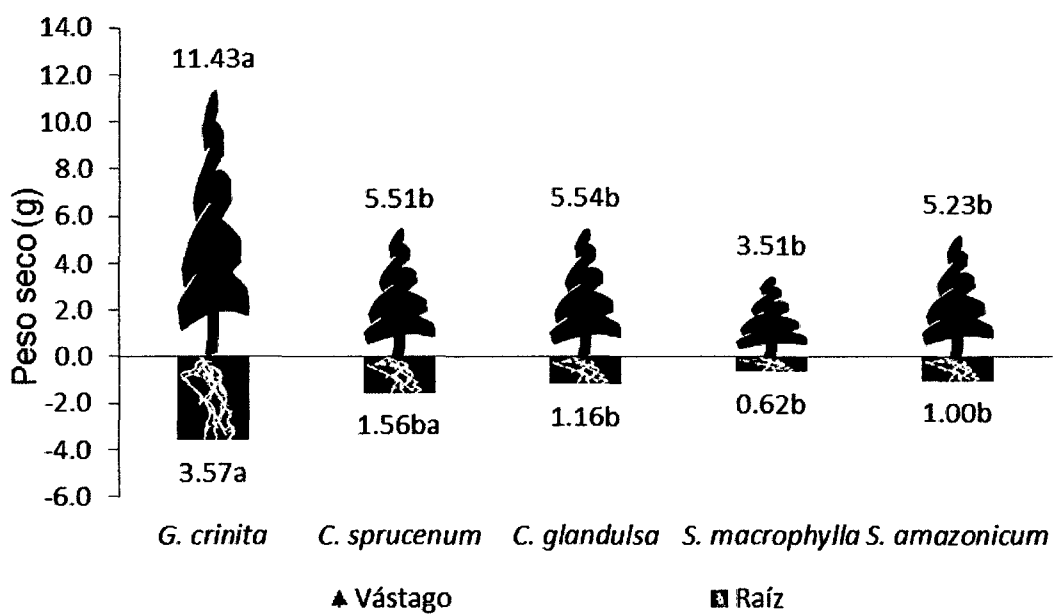


Figura 16. Valores promedios del peso seco de la parte aérea y la raíz (cm) a los 90 días posterior al repique.

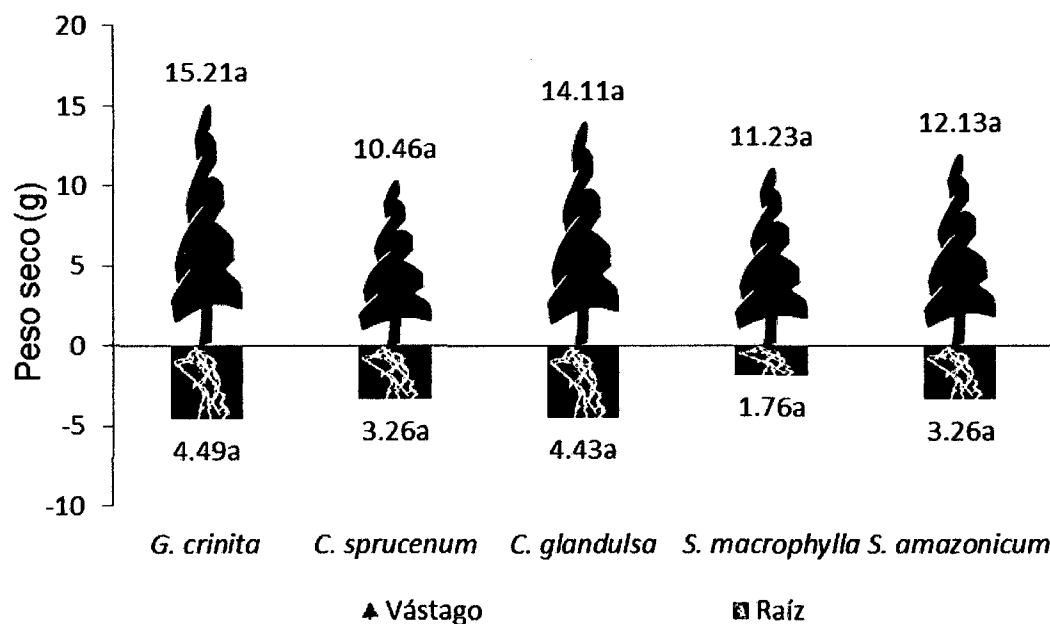


Figura 17. Valores promedios del peso seco de la parte aérea y la raíz (cm) a los 120 días posterior al repique.

A.6. Cantidad de raíces secundarias en plantones de cinco especies forestales

Cuadro 57. ANVA de la cantidad de raíces a los 30 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|---------|---------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 2.0693 | 1.03467 | 1.5489 | 0.27ns |
| Especies | 4 | 22.9760 | 5.74400 | 8.5988 | 0.0054* |
| Error | 8 | 5.3440 | 0.66800 | | |
| Total | 14 | 30.389 | 7.44667 | | |
| CV (%) | 12.1 | | | | |

CV (%): Coeficiente de variabilidad; *: Diferencia estadística al 0.05% y ns: No presenta diferencia.

Cuadro 58. Prueba Tukey de la cantidad de raíces a los 30 días del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 8.87 | a |
| 2 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 7.33 | ba |
| 3 | <i>S. macrophylla</i> King | 6.33 | b |
| 4 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 6.07 | b |
| 5 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 5.27 | b |

Letras diferentes muestran la significancia estadística.

Cuadro 59. ANVA de la cantidad de raíces a los 60 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|----------|----------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 5.2693 | 2.63467 | 0.5268 | 0.6096ns |
| Especies | 4 | 57.0293 | 14.25733 | 2.8507 | 0.0968ns |
| Error | 8 | 40.0107 | 5.00133 | | |
| Total | 14 | 102.3093 | 21.89333 | | |
| CV (%) | 22.8 | | | | |

Cuadro 60. Prueba Tukey de la cantidad de raíces a 60 días después del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 11.87 | a |
| 2 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 11.53 | a |
| 3 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 10.40 | a |
| 4 | <i>S. macrophylla</i> King | 8.73 | a |
| 5 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 6.60 | a |

Cuadro 61. ANVA de la cantidad de raíces a los 90 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|--------|--------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 10.085 | 5.043 | 1.624 | 0.256ns |
| Especies | 4 | 20.064 | 5.016 | 1.615 | 0.261ns |
| Error | 8 | 24.848 | 3.106 | | |
| Total | 14 | 54.997 | 13.165 | | |
| CV (%) | 15.7 | | | | |

Cuadro 62. Prueba Tukey de la cantidad de raíces a los 90 días después del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 12.33 | a |
| 2 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 12.07 | a |
| 3 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 11.53 | a |
| 4 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 11.27 | a |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 9.07 | a |

Cuadro 63. ANVA de la cantidad de raíces a los 120 días después del repique.

| FV | GL | SC | CM | F-valor | Significancia |
|----------|------|----------|-----------|---------|---------------|
| Bloque | 2 | 53.3666 | 26.68331 | 0.8908 | 0.4474ns |
| Especies | 4 | 262.9722 | 65.74304 | 2.1948 | 0.1598ns |
| Error | 8 | 239.6371 | 29.95464 | | |
| Total | 14 | 555.9759 | 122.38099 | | |
| CV (%) | 33.8 | | | | |

Cuadro 64. Prueba Tukey de la cantidad de raíces a los 120 días después del repique.

| OM | Especie | Promedio | Significancia |
|----|----------------------------------|----------|---------------|
| 1 | <i>C. glandulosa</i> Perkins | 21.73 | a |
| 2 | <i>G. crinita</i> C. Mart. | 18.88 | a |
| 3 | <i>C. spruceanum</i> Benth Hooke | 16.93 | a |
| 4 | <i>S. amazonicum</i> Huber | 13.80 | a |
| 5 | <i>S. macrophylla</i> King | 9.60 | a |

Anexo 2. Panel fotográfico.



Figura 18. Plantones de cinco especies forestales a los 30 días del repique.



Figura 19. Plantón de la especie *C. glandulosa* Perkins a los 60 días después del repique.

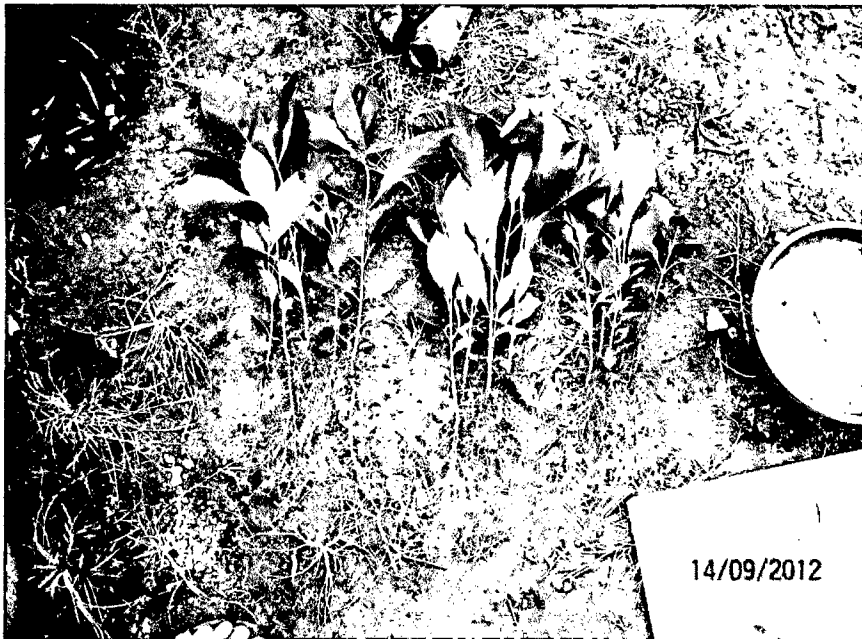


Figura 20. Muestras de la especie *C. spruceanum* Benth para la determinación del peso seco en la fase de laboratorio.



Figura 21. Peso seco de la parte aérea de la especie *G. crinita* C. Mart. a 60 días después del repique.

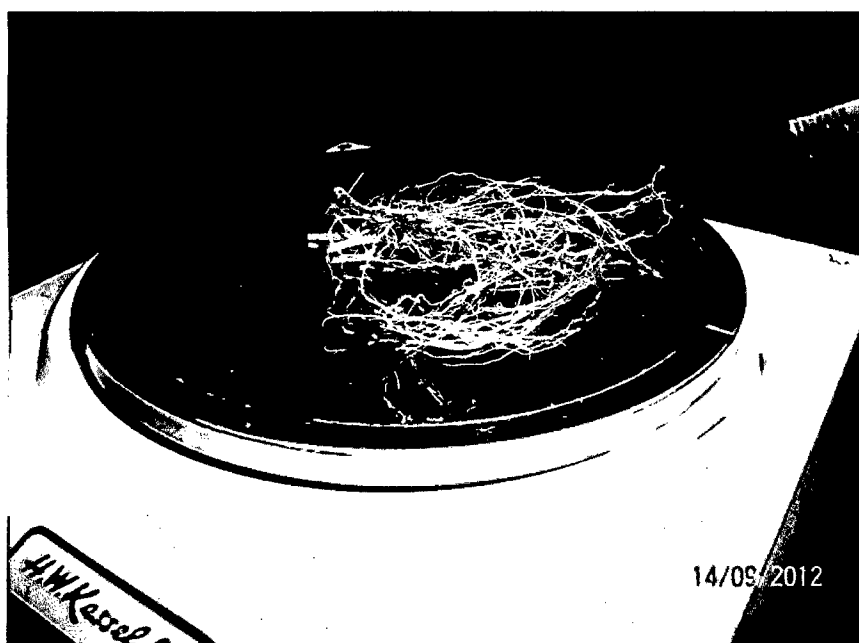


Figura 22. Determinación del peso del sistema radicular de la especie *G. crinita* C. Mart.

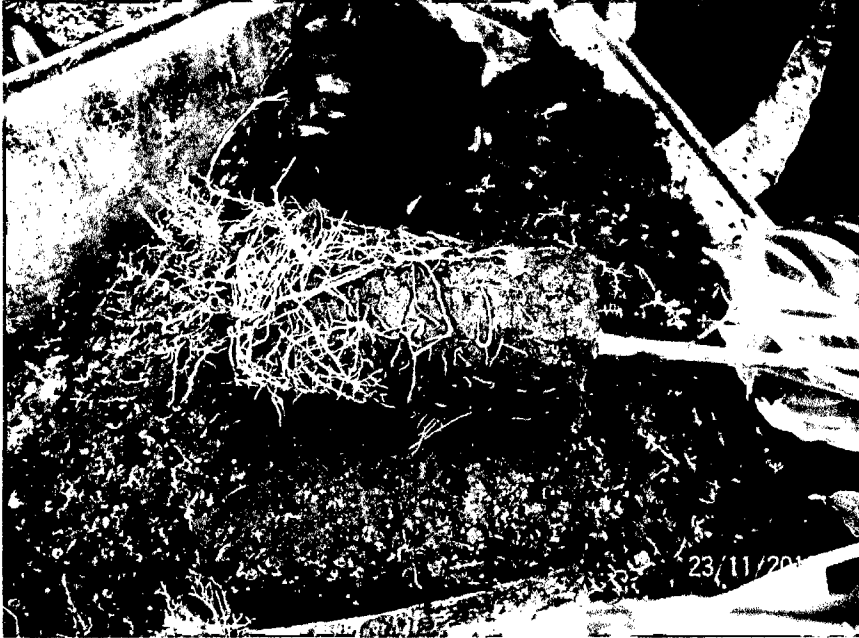


Figura 23. Sistema radicular de la especie *C. glandulosa* Perkins a 120 días del repique.



Figura 24. Plantones de cinco especies forestales a 120 días después del repique.

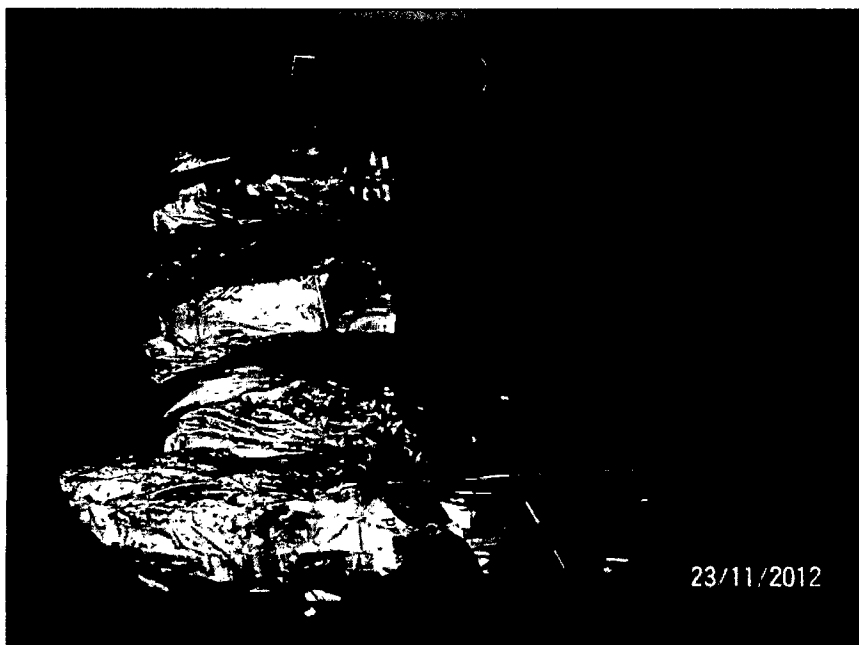


Figura 25. Muestra de las especies forestales para determinar peso seco.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TAMBO MARÍA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuecosunsa@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

PROPIETARIO: SCHMIDT MULLER MARLENY
CULTIVO

PROCEDENCIA:

VIVERO FORESTAL

| Cod. Lab | ANÁLISIS MECÁNICO | | | | pH | M.O. | N | P | K ₂ O | CIC | CAMBIABLES Cmol(+) / kg | | | | | | CICc | % | % | % |
|----------|-------------------|---------|-------|----------------|------|------|------|-------|------------------|-------|-------------------------|-------|------|------|------|------|------|--------|----------|----------|
| | Arena | Arcilla | Limo | Textura | | | | | | | Ca | Mg | K | Na | Al | H | | | | |
| | % | % | % | | | | | | | | ppm | kg/ha | | | | | | | Bas.Camb | Ac.Camb. |
| M3E6D | 55.68 | 17.04 | 27.28 | Franco Arenoso | 7.32 | 6.68 | 0.08 | 20.86 | 1653.03 | 18.17 | 14.12 | 2.35 | 1.12 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | — | 100.00 | 0.00 | 0.00 |

Fecha: Jueves, 20 de Diciembre de 2012

Recibo N° 318494
Acreditado por: El solicitante

[Handwritten Signature]

ANÁLISIS DE SUELOS



GEMULA E.I.R.L

COMERCIALIZADORA DE SEMILLAS AGROFORESTALES
Parque Ramón Castilla - Peje, Malecón Lima Urbanización N° 01 Telf.: 062-407024
Cel.: 982537015-982697024 RPM: #755733
TINGO MARIA - PERU

- Pino chuncho** . Distribución debajo de 1200 msnm
- Fenología octubre-noviembre
 - Fructificación noviembre –diciembre
 - Cantidad de semillas x kg. 1200
 - Procedencia: rio oro
- shaina** distribución mayormente debajo 700 msnm
- Fenología junio-julio
 - Fructificación seguidamente
 - Cantidad de semillas x kg. 50,000
 - Procedencia: rio oro
- caoba** Distribución debajo de 1200
- Fenología agosto – octubre
 - Numero de semillas /kg 1200
 - % de germinación 70-95
 - Procedencia: Purus
- Capirona** Distribución debajo de los 1200
- Fenología Abril – septiembre
 - Numero de semillas /Kg. 6.050,000
 - % de germinación 80 – 90
 - Procedencia: Pueblo nuevo

COMERCIALIZADORA DE SEMILLAS FORESTALES
GEMULA E.I.R.L.
[Signature]
OSCAR ALFONSO DEL AGUILA RUIZ
GERENTE GENERAL



GEMULA E.I.R.L

COMERCIALIZADORA DE SEMILLAS AGROFORESTALES
Parque Ramón Castilla - Peje, Malecón Lima Urbanización N° 01 Telf.: 062-407024
Cel.: 982537015-982697024 RPM: #755733
TINGO MARIA - PERU

- Bolaina** Distribución hasta los 1500
- Fenología Julio – septiembre
 - Numero de semillas /Kg. 60,000.00
 - % de germinación 80 – 90
 - Procedencia: Capitán Orellana

COMERCIALIZADORA DE SEMILLAS FORESTALES
GEMULA E.I.R.L.
[Signature]
OSCAR ALFONSO DEL AGUILA RUIZ
GERENTE GENERAL