



ESCUELA SUPERIOR POLTÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS Y TRES TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS EN SEMILLAS DE *Prunus serotina* (CAPULÍ) CON SEIS PROCEDENCIAS EN EL VIVERO DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES- ESPOCH.

TRABAJO DE TITULACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERA FORESTAL**

JENNIFER GABRIELA MONCADA HERAS

RIOBAMBA-ECUADOR

2018

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el proyecto de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS Y TRES TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS EN SEMILLAS DE *Prunus serotina* (CAPULÍ) CON SEIS PROCEDENCIAS EN EL VIVERO DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES- ESPOCH**, de responsabilidad de la señorita egresada Jennifer Gabriela Moncada Heras, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

TRIBUNAL:

FECHA DE PRESENTACIÓN:

1.

29-11-2018

Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva
Director

2.

29. 11- 2018.

Ing. Sonia Carmita Rosero Haro
Asesora

RIOBAMBA-2018

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jennifer Gabriela Moncada Heras, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y documentos provenientes de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jennifer', is written over a horizontal dotted line.

Jennifer Gabriela Moncada Heras

C.I: 010615647-4

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo investigativo es propiedad intelectual del autor y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

DEDICATORIA

Quiero dedicar de manera muy especial mi trabajo de titulación a mi abuelito Eduardo Heras, que aunque ya no está conmigo, sé que desde el cielo se sentirá muy orgulloso por la meta que estoy culminando, porque gracias a sus consejos hoy estoy aquí.

AGRADECIMIENTO

A Dios porque sin él no estaría hoy aquí y sin su infinita gracia y misericordia no hubiera culminado esta etapa tan importante en mi vida.

A mis padres Rigoberto y Bolivia porque siempre han sido los que me han apoyado en todo momento, cuando sentía que ya no podía más, ellos siempre me daban una palabra de aliento junto a un abrazo lleno de amor, que me ayudaba a darme cuenta que todo lo podía y nada era imposible.

A mi abuelita Raquel que siempre que viajaba me daba su bendición para que en el transcurso de la semana de estudio todo me saliera bien.

A mis hermanos José, Valeria y Josué, mis cuñados George y Angelita que siempre me brindaron su apoyo incondicional y me aconsejaban para que siguiera adelante y fuera toda una profesional.

A mis sobrinos Dámaris, Edú, Mell, Raquelita, Tito, Derek, José Eduardo y Milán porque ellos fueron mi mayor inspiración para ser toda una profesional para de esta manera inculcarles a que sigan adelante, que estudien y sean todos unos profesionales para que triunfen en la vida.

A toda mi familia primos, primas, tías, tíos, padrinos Edison y Dora, por preocuparse por mí y apoyarme en todo momento.

A la Escuela de Ingeniería Forestal por abrirme las puertas y darme todos los conocimientos requeridos para ser una buena profesional.

A mi tribunal de tesis, Ing. Miguel Guallpa e Ing. Sonia Rosero, por la paciencia brindada durante el trabajo de titulación y los conocimientos obsequiados.

A mis amigos que hice durante el transcurso de mi carrera, porque más que amigos se volvieron familia, siempre supieron brindarme su apoyo sin pedir nada a cambio.

A mis amigas de infancia Anaela, Majo y Gabriela que a pesar de la distancia y el tiempo siempre supimos mantener esa amistad convirtiéndonos en hermanas, preocupándonos una de la otra.

De manera especial a Esteban y Diego por brindarme su ayuda para mi trabajo de titulación.

Finalmente quiero agradecer de todo corazón a todas las personas que eh conocido y se han vuelto parte de mi vida, porque de una u otra forma supieron aportar con un granito de arena para que yo llegase hasta esta etapa.

TABLA DE CONTENIDO

| CAPITULO | CONTENIDO | PÁGINA |
|-----------------|--------------------------|---------------|
| | LISTA DE TABLAS..... | i |
| | LISTA DE GRÁFICOS..... | v |
| | LISTA DE ANEXOS..... | viii |
| I. | TITULO | 1 |
| II. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| III. | REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| IV. | MATERIALES Y METODOLOGIA | 29 |
| V. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 41 |
| VI. | CONCLUSIONES | 93 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 94 |
| VIII. | RESUMEN | 96 |
| IX. | SUMARY | 97 |
| X. | BIBLIOGRAFIA | 98 |
| XI. | ANEXOS | 102 |

LISTA DE TABLAS

| Nro. | Descripción | Página |
|------|---|--------|
| 1. | Lugares donde se menciona el capulí | 5 |
| 2. | Composición bromatológica del fruto de capulí | 12 |
| 3. | Características de las variedades del fruto de capulí. | 14 |
| 4. | Diseño experimental trifactorial. | 31 |
| 5. | Procedencias de semillas de <i>P. serotina</i> . | 32 |
| 6. | Diseño de los tratamientos en estudio en campo en el sustrato | 33 |
| 7. | Diseño de los tratamientos en estudio en campo según el sustrato | 34 |
| 8. | Esquema del ADEVA | 35 |
| 9. | Emergencia de las semillas de <i>P. serotina</i> . | 41 |
| 10. | Separación de medias según Tukey al 5% para la emergencia de las semillas de <i>P.serotina</i> según las procedencias | 42 |
| 11. | Separación de medias según Tukey al 5% para la emergencia de semillas de <i>P.serotina</i> según el sustrato. | 43 |
| 12. | Separación de medias según Tukey al 5% para la emergencia de las semillas de <i>P.serotina</i> según la escarificación. | 44 |
| 13. | Separación de medias según Tukey al 5% para la emergencia de semillas de <i>P.serotina</i> según la interacción entre procedencia y escarificación. | 45 |
| 14. | Separación de medias según Tukey al 5% para la emergencia de la semillas de <i>P.serotina</i> según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación. | 46 |
| 15. | Altura de las plantas de <i>P. serotina</i> 8 días luego del repique. | 49 |
| 16. | Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de <i>P. serotina</i> 8 días luego del repique según la procedencia. | 50 |
| 17. | Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de <i>P.serotina</i> 8 días luego del repique según la escarificación. | 51 |
| 18. | Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de <i>P.serotina</i> 8 días luego del repique según la interacción entre procedencia y escarificación. | 52 |

| | | |
|-----|---|----|
| 19. | Altura de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 30 días después del repique | 54 |
| 20. | Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de <i>P. serotina</i> tomada a los 30 días después del repique según la procedencia. | 55 |
| 21. | Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 30 días después del repique en base al sustrato. | 56 |
| 22. | Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de <i>P.serotina</i> tomadas a los 30 días luego del repique en base a la escarificación. | 57 |
| 23. | Altura de las plantas de <i>P. serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique. | 58 |
| 24. | Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días después del repique en base a la procedencia. | 59 |
| 25. | Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días después del repique en base al sustrato. | 60 |
| 26. | Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia y sustrato. | 61 |
| 27. | Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación. | 62 |
| 28. | Diámetro del cuello de las plantas de <i>P. serotina</i> 8 días luego del repique. | 65 |
| 29. | Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro al cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> 8 días luego del repique según la procedencia. | 66 |
| 30. | Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro al cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> 8 días luego del repique según el sustrato. | 67 |
| 31. | Diámetro del cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 30 días luego del repique. | 68 |
| 32. | Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro del cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 30 días luego del repique según la procedencia. | 69 |
| 33. | Diámetro del cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique. | 70 |
| 34. | Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro del cuello de las | |

| | |
|---|----|
| plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique según la procedencia. | 71 |
| 35. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro al cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique según el sustrato. | 72 |
| 36. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro al cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia y sustrato. | 73 |
| 37. Número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> 8 días luego del repique. | 75 |
| 38. Separación de medias según Tukey al 5% para el Número de hojas de la plantas de <i>P.serotina</i> 8 días luego del repique, en base a las procedencias. | 76 |
| 39. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> 8 días luego del repique en base al sustrato. | 77 |
| 40. Número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada 30 días después del repique. | 78 |
| 41. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 30 días después del repique, en base a las procedencias | 79 |
| 42. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 30 días después del repique, en base al sustrato. | 80 |
| 43. Número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días después del repique. | 81 |
| 44. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días después del repique, en base a las procedencias. | 82 |
| 45. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días después del repique, en base al sustrato. | 83 |
| 46. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días después del repique, en base a la interacción entre procedencia y sustrato. | 84 |
| 47. Longitud de la raíz principal de las plantas de <i>P.serotina</i> . | 86 |
| 48. Separación de medias según Tukey al 5% para la longitud de la raíz principal de las plantas de <i>P.serotina</i> según la procedencia. | 87 |

| | | |
|-----|---|----|
| 49. | Separación de medias según Tukey al 5% para la longitud de la raíz principal de las plantas de <i>P.serotina</i> según los sustratos. | 88 |
| 50. | Separación de medias según Tukey al 5% para la longitud de la raíz principal de las plantas de <i>P.serotina</i> según la interacción entre sustrato y escarificación. | 89 |
| 51. | Separación de medias según Tukey al 5% para la longitud de la raíz principal de las plantas de <i>P.serotina</i> según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación. . | 90 |
| 52. | Número de raíces secundarias de las plantas de <i>P.serotina</i> . | 91 |
| 53. | Separación de medias según Tukey al 5% para el número de raíces secundarias de las plantas de <i>P.serotina</i> según los sustratos. | 92 |
| 54. | Separación de medias según Tukey al 5% para el número de raíces secundarias de las plantas de <i>P.serotina</i> según la interacción entre sustrato y escarificación. | 93 |

LISTA DE GRÁFICOS

| Nro. Descripción | Página |
|---|---------------|
| 1. Comparación de las medias para la variable emergencia de semillas de <i>P.serotina</i> según las procedencias. | 42 |
| 2. Comparación de medias para la emergencia de semillas de <i>P.serotina</i> según los sustratos. | 43 |
| 3. Comparación de medias para la emergencia de semillas de <i>P.serotina</i> según las escarificaciones. | 44 |
| 4. Comparación de medias para la emergencia de semillas de <i>P.serotina</i> según la interacción entre procedencia y escarificación. | 45 |
| 5. Comparación de medias para la emergencia de semillas de <i>P.serotina</i> según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación. | 47 |
| 6. Comparación de medias de la variable altura en plantas de <i>P. serotina</i> según la procedencia. | 50 |
| 7. Comparación de medias de la variable altura en plantas de <i>P. serotina</i> según la escarificación. | 51 |
| 8. Comparación de medias de la variable altura en plantas de <i>P.serotina</i> según la interacción entre procedencia y escarificación. | 53 |
| 9. Comparación de medias de la variable altura en plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 30 días del repique según la procedencia | 55 |
| 10. Comparación de medias de la variable altura en plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 30 días después del repique en base al sustrato. | 56 |
| 11. Comparación de medias de la variable altura en plantas de <i>P.serotina</i> tomadas a los 30 días después del repique en base a la escarificación. | 57 |
| 12. Comparación de medias de la variable altura en plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días del repique según la Procedencia. | 59 |
| 13. Comparación de medias de la variable altura en plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días después del repique en base al sustrato. | 60 |
| 14. Comparación de medias de la variable altura en plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia | |

| | |
|---|----|
| y sustrato. | 61 |
| 15. Comparación de medias de la variable altura en plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación. | 63 |
| 16. Comparación de medias de la variable diámetro al cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> 8 días luego del repique según la procedencia. | 66 |
| 17. Comparación de medias de la variable diámetro del cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> 8 días luego del repique según el sustrato. | 67 |
| 18. Comparación de medias de la variable diámetro al cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 30 días luego del repique según la procedencia. | 69 |
| 19. Comparación de medias de la variable diámetro al cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique según la procedencia. | 71 |
| 20. Comparación de medias de la variable diámetro del cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique según el sustrato. | 72 |
| 21. Comparación de medias de la variable diámetro del cuello de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia y sustrato. | 73 |
| 22. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> 8 días luego del repique en base a la procedencia. | 76 |
| 23. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> 8 días luego del repique en base al sustrato. | 77 |
| 24. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada 30 días después del repique en base a las procedencias. | 79 |
| 25. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada 30 días después del repique en base al sustrato. | 80 |
| 26. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada 60 días después del repique en base a las procedencias. | 82 |
| 27. Comparación de medias del variable número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada 60 días después del repique en base al sustrato. | 83 |
| 28. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de <i>P.serotina</i> tomada 60 días después del repique en base a la interacción | |

| | |
|---|----|
| entre la procedencia y el sustrato. | 84 |
| 29. Comparación de medias para la longitud principal de la raíz de las plantas de <i>P.serotina</i> según las procedencias. | 87 |
| 30. Comparación de medias para la longitud de la raíz principal de las plantas de <i>P.serotina</i> según los sustratos. | 88 |
| 31. Comparación de medias para la longitud de la raíz principal de las plantas de <i>P.serotina</i> según la interacción entre sustrato y escarificación. | 89 |
| 32. Comparación de medias para la longitud de la raíz principal de las plantas de <i>P.serotina</i> según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación. | 91 |
| 33. Comparación de medias para el número de raíces secundarias de las plantas de <i>P.serotina</i> según los sustratos. | 92 |
| 34. Comparación de medias para el número de raíces secundarias de las plantas de <i>P.serotina</i> según la interacción entre sustrato y escarificación. | 93 |

LISTA DE ANEXOS

| Nro. | Descripción | Página |
|-------------|--|---------------|
| 1. | Recolección de semillas de capulí | 102 |
| 2. | Toma de las características organolépticas de los frutos de capulí. | 102 |
| 3. | Características organolépticas de seis procedencias de capuli | 103 |
| 4. | Mezcla del sustrato | 103 |
| 5. | Escarificación física de las semillas de capulí. | 104 |
| 6. | Preparación de las camas | 104 |
| 7. | Desinfección de las semillas con vitavax. | 105 |
| 8. | Diseño experimental aplicado en campo | 105 |
| 9. | Riego | 106 |
| 10. | Contabilidad de emergencia de semillas de capulí | 106 |
| 11. | Repique de plántulas de capulí | 107 |
| 12. | Toma de datos | 107 |
| 13. | Datos de porcentaje de emergencia de las semillas de <i>P.serotina</i> . | 108 |
| 14. | Datos de la variable altura tomada a los 8 días luego del repique | 109 |
| 15. | Datos de la variable diámetro del cuello de la planta tomada a los 8 días luego del repique. | 110 |
| 16. | Datos de la variable número de hojas tomada a los 8 días luego del repique | 111 |
| 17. | Datos de la variable altura tomada a los 30 días luego del repique. | 112 |
| 18. | Datos de la variable diámetro del cuello tomada a los 30 días luego del repique. | 113 |
| 19. | Datos de la variable número de hojas a los 30 días luego del repique. | 114 |
| 20. | Datos de la variable altura tomada a los 60 días luego del repique. | 115 |
| 21. | Datos de la variable diámetro del cuello tomada a los 60 días luego de repique. | 116 |
| 22. | Datos de la variable número de hojas tomada a los 60 días luego del repique. | 117 |
| 23. | Número de raíces secundarias y longitud de raíz principal. | 118 |
| 24. | Datos del número de raíces secundarias de las plantas de <i>P.serotina</i> . | 119 |
| 25. | Datos de la longitud de la raíz principal de las plantas de <i>P.serotina</i> . | 120 |
| 26. | Análisis de la primera muestra de suelo del sustrato 1 | 120 |
| 27. | Análisis de la primera muestra del suelo del sustrato 2 | 121 |

I. EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS Y TRES TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS EN SEMILLAS DE *Prunus serotina* (CAPULÍ) CON SEIS PROCEDENCIAS EN EL VIVERO DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES-ESPOCH.

II. INTRODUCCIÓN

El capulí, es una especie que está distribuida alrededor de los pueblos de la región montañosa de Venezuela hasta el sur del Perú caracterizando a la región andina, se cultiva más en los andes que en su probable propia patria norteña. Aunque este árbol es conocido a lo largo de la mayoría de las Américas, las frutas más buenas se encuentran en los Andes. La región alrededor de Ambato, Ecuador, se dice que es una fuente buena de capulí de calidad.

En el país existen pocas investigaciones sobre el capulí, por lo que se hace difícil aprovechar todo su potencial. Debido a los escasos registros de esta especie, se entiende que el capulí no ha sido completamente domesticado en nuestro país. No se conoce un procedimiento estandarizado para su cultivo, se piensa que su propagación se da especialmente mediante esquejes o estacas ubicadas por los agricultores en los alrededores de sus cultivos (leguminosas, cereales y tubérculos), o mediante la dispersión de semillas luego de consumir el fruto. La información acerca de la germinación del capulí es contradictoria.

En algunos casos se dice que no tiene problemas en la germinación. En otros casos se afirma que las semillas conservan su viabilidad por menos de un año y debe aplicarse un tratamiento pre-germinativo para incrementar el porcentaje de germinación y reducir el tiempo en que las semillas tardan en germinar. Según (Mcvaugh, 1951) menciona que la germinación de las semillas de Capulí es de 50 a 85%, pero con un tratamiento pre-germinativo puede llegar hasta el 98%.

El capulí es una especie de plantas en la que, la germinación de semilla sufre un retraso debido al endocarpio leñoso que cubre la semilla y los inhibidores contenidos en la testa, endospermo y el embrión; por esta razón para lograr la germinación de las semillas se debe

realizar escarificaciones en la semilla, los cuales pueden ser mecánicos, físicos o químicos. En el presente ensayo se realizó el experimento mediante escarificaciones físicas, concluyendo que escarificación es la mejor en cuanto al porcentaje de emergencia de la semilla de *Prunus serotina*. Un factor importante en la emergencia de la semilla de capulí es el sustrato ya que los diferentes componentes que tienen ayudan a que su emergencia y el crecimiento inicial de las plantas sean de mejor forma.

A. JUSTIFICACIÓN

Debido a que la información sobre el capulí es escasa en nuestro país, esta especie es poco valorada económicamente. Es por eso que en las comunidades de la zona Andina no existe mayor interés por la propagación de esta especie. Pero por los distintos beneficios que ofrece el capulí, se la ha considerado como una especie importante para la investigación.

Dentro de los beneficios que nos brinda están: beneficios ambientales, restauradores y comestibles, el capulí por su excelente adaptación en la sierra ecuatoriana es usado por los agricultores para cercos vivos o como cortinas rompe-vientos protegiendo de esta manera a sus cultivos de las heladas; además la madera de este árbol es de buena calidad y durabilidad permitiendo de esta forma se dé la elaboración de herramientas, fabricación de muebles y decoraciones; e incluso su madera puede usarse como leña para cocinar los alimentos o como fuente de calor para el duro invierno.

Por los diferentes beneficios que ofrece la especie, se la considera una especie importante para aprovechar su potencial; por eso con esta investigación se generó información base con el propósito de mejorar el nivel de emergencia de la semilla y su desarrollo inicial de las plantas probando dos sustratos y distintos métodos de escarificación física. Con la mejor escarificación y sustrato se obtuvo el tratamiento pre-germinativo óptimo para recomendar a los agricultores.

A. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Evaluar dos sustratos y tres tratamientos pre-germinativos en semillas de *Prunus serotina* (Capulí) con seis procedencias en el vivero de la Facultad de Recursos Naturales- ESPOCH.

2. Objetivos específicos

- a. Determinar el mejor sustrato utilizado para la emergencia de semillas de capulí.
- b. Identificar el tratamiento pre-germinativo más adecuado para la emergencia y crecimiento inicial de las plántulas de las procedencias en estudio.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. CAPULÍ

1. Descripción de la Familia Rosacea

Es una familia de formidable importancia económica debido a sus frutos ya que se produce a nivel mundial. En Ecuador la mayoría de las especies se distribuye sobre los 2500 msnm y principalmente son hierbas, pero también hay arbustos y pocos árboles (Palacios, 2011).

Las características botánicas de la familia son; hojas simples, o raramente imparipinnadas, alternas, acompañadas de un par de estípulas angostas casi subuladas. Flores con un receptáculo profundo con números de estambres, sépalos 5; pétalos 5. El Fruto suele ser una drupa, un aquenio o una cápsula formada de varios folículos (Palacios, 2011).

2. Descripción del Género Prunus

El género *Prunus* comprende alrededor de 400 especies que se distribuye sobre todo en las regiones de clima caliente y templado, sobre todo en el hemisferio norte. Este género incluye árboles o arbustos perennifolios o caducifolios, a veces espinosos. El fruto se presenta en forma de drupa y a veces carente de pulpa jugosa, posee hueso liso o rugoso y frecuentemente contiene una sola semilla con endospermo que en ocasiones está escaso o ausente. Algunos ejemplos de especies del género *Prunus* son *P. persica* (durazno), *P. domestica* (ciruelo), *P. armeniaca* (chabacano) y *P. serotina* (capulín), entre otros (Pacheco, 2009).

3. Origen de *Prunus serótina*.

Se entiende que *P. serotina* tiene sus orígenes en Norteamérica donde crece extensamente en los bosques deciduos orientales de los Estados Unidos y en las zonas áridas del este de México. Es muy posible que la especie haya sido esparcida desde México hacia Centro y Suramérica tras la conquista española (Moncayo, 2017).

El capulí habita exclusivamente a lo largo del callejón interandino, desde la provincia de Carchi en el norte, hasta la provincia de Loja ubicada en el extremo sur del país. La especie tiene un crecimiento óptimo en suelos arcillosos y arenosos cerca de laderas rocosas de zonas templadas, en altitudes entre 1800 y 3300 msnm (CESA, 1992). Además, suele prosperar en climas secos con amplia luminosidad, ya que es una especie intolerante a la sombra (Palacios, 2011).

4. Capulí en la Serranía Ecuatoriana.

Tabla 1. Lugares donde se menciona el capulí

| Provincia | Área | Comunidad |
|------------|------------|--|
| Imbabura | San Rafael | Tocagón |
| Cotopaxi | TTP | Cotopilaló san Francisco |
| Cotopaxi | Salcedo | Quilajaló |
| Tungurahua | Pilahuín | Yatzaputzán Tamboloma |
| Chimborazo | Pungales | La Providencia Guanando |
| Chimborazo | Licto | Banderas Cecel Gande Cecel Antonio |
| Chimborazo | Cebadas | Guarguallá Pancún Grupo del Páramo |
| Chimborazo | - | Sali |
| Cañar | Patococha | Quilloac Shayac Rumi chuchucán Chuchucún |

Fuente: (CESA, 1992)

Esta especie se desarrolla en las zonas secas andinas. En Ecuador es uno de los dos frutales nativos de hoja caduca (que cambia cada año por ser un árbol de cuatro estaciones) junto al tocte. Es un frutal forestal longevo, es decir, puede vivir más de 80 años. En el país no hay cultivos extensivos. Hay plantas dispersas en producción como en Guano en Chimborazo, Nagsiche en Cotopaxi y Andignato, Tamboloma, Quero y Salasaca en Tungurahua. Así mismo en varios cantones de Pichincha y de Azuay (Diario el Comercio, 2012).

5. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Amygdaloideae

Tribu: Amygdaleae

Género: Prunus

Subgénero: Padus

Especie: *P. serotina* (CONABIO, 2012).

6. Sinonimia de la especie

El nombre científico aceptado del capulí es *Prunus serotina*, pero se ha encontrado con los siguientes sinónimos (CONABIO, 2012).

Prunus capuli Cav

Prunus salicifolia Kunth

Prunus serotina var. *salicifolia* (Kunth) Koehne

Prunus capullin

Cerasus capollin DC (CONABIO, 2012)

7. Descripción

a. **Forma.**

Árbol o arbusto monopódico, perennifolio o caducifolio, de 5 a 15 m (hasta 38 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1.2 m (Mcvaugh, 1951).

b. Copa / Hojas.

Copa ancha de forma ovoide que produce una sombra densa. Hojas estipuladas, simples, alternas, cortamente pecioladas, ovadas a lanceoladas, de 5 a 16 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho, margen aserrado; haz verde oscuro y brillante (Mcvaugh, 1951).

c. Tronco / Ramas.

Tronco largo y recto en el bosque, pero en los claros es corto y ancho. Ramas alternas, erguido-extendidas, lampiñas, escabrosas por la presencia de muchas lenticelas esparcidas (Mcvaugh, 1951).

d. Corteza.

Corteza café o grisácea casi lisa y glabra, exceptuando las ramas tiernas que a veces son pubescentes (Mcvaugh, 1951).

e. Flor(es).

Flores numerosas, pequeñas y blancas, agrupadas en racimos axilares colgantes y largos, de 10 a 15 cm, con pedicelos de 5 a 10 mm de largo (Mcvaugh, 1951).

f. Fruto(s).

Las flores aparecen en racimos, sobre los cuales se forman hasta 15 o 20 frutos. Los frutos miden entre 1.5 y 2.5 cm, marrón púrpura cuando maduros, con una semilla en forma de pepita redonda. Las frutas son esféricas de 1.5 a 2 cm de diámetro, tienen la cáscara rojo oscuro y pulpa verde pálido, jugosa y agridulce. El diámetro es de 1 cm aproximadamente, forman drupas de mesocarpio carnosos; la pulpa es verdosa, dulce y jugosa y los frutos varían de color rojo a negro. El fruto es una drupa de mesocarpio carnosos, con una sola semilla, que al madurar adquiere un color obscuro. Las épocas de cosecha varían de enero a mayo

dependiendo de las variedades; su diámetro polar en promedio es de 1.56cm que corresponde a un diámetro polar mediano; el diámetro promedio ecuatorial es de 1.83cm que corresponde a un diámetro ecuatorial grande y sus sólidos solubles tiene un valor promedio de 19.31% que corresponde a un porcentaje muy alto (Chisaguano, 2012).

g. Semilla(s).

Semilla esférica y rodeada por un endocarpio o hueso leñoso (almendra) de sabor amargo (Mcvaugh, 1951).

h. Raíz.

Sistema radical de superficial y extendido a medianamente profundo. La mayoría de las raíces ocupan los primeros 60 cm del suelo. La raíz crece muy rápido (Mcvaugh, 1951).

i. Sexualidad.

Hermafrodita (Mcvaugh, 1951).

j. Germinación

En condiciones naturales la germinación ocurre al primero o segundo año después de haber caído la semilla y en ocasiones llega a germinar después de 3 años (Mcvaugh, 1951).

Hay dos razones para una mala germinación de las semillas:

- 1) Una razón biológica es cuando las semillas tienen un período de latencia durante el cual su germinación es baja; después de algunos meses de almacenamiento la germinación es mucho mayor. Algunas semillas necesitan frío para aumentar la “dormancia” (Lema, 2012).

- 2) Una razón mecánica es cuando la envoltura de la semilla es muy dura tanto que no permite la penetración del agua a la semilla, por lo que la germinación será muy irregular y durará semanas o meses (Lema, 2012).

k. Porcentaje de germinación

50 a 85 (con tratamiento hasta 98) % (Mcvaugh, 1951).

8. Distribución ecológica.

Esta especie se produce bien en las formaciones ecológicas –sistema Holdridge– Estepa Espinosa Montano Bajo, en alturas de 1800 a 3100 m.s.n.m., florece hasta los 3400 m.s.n.m.; y en forma arbustiva (sin flores), hasta los 3900 m.s.n.m. Proporcionalmente a mayor altura, se reduce su tamaño y pierde la capacidad de producción de frutos (Urcuango, 2014).

9. Importancia Ecológica

La planta se ha empleado para rehabilitar sitios donde hubo explotación minera. Es usado para reforestar suelos sódicos, reduciendo el pH de 9.5 a 7.9, aumentando la capacidad de retención de agua (Urcuango, 2014).

La especie es utilizada en la recuperación de terrenos degradados. También es utilizada en la conservación de suelo y control de la erosión. El gran alcance de las semillas (dispersadas por aves) le permite a la especie establecerse en sitios abiertos, campos abandonados o plantaciones de pino (Gaibor, 2017).

10. Efecto restaurador / Servicio al ambiente.

a. Efecto Restaurador

- 1) Recuperación de terrenos degradados. Esta planta se ha empleado para rehabilitar sitios donde hubo explotación minera (Mcvaugh, 1951).
- 2) Conservación de suelo / Control de la erosión. El gran alcance de las semillas (dispersadas por aves) le permite a la especie establecerse en sitios abiertos, campos abandonados o plantaciones de pino (Mcvaugh, 1951)

c. Servicio.

- 1) Barrera rompeviento. Cinturones de refugio y protección.
- 2) Cerca vivas en los agros hábitats.
- 3) Ornamental. Por la belleza de su follaje es una de las plantas de ornato más comunes de las áreas verdes del Valle de México.
- 4) Sombra / Refugio. Los frutos son importante fuente de alimento para aves y mamíferos silvestres (zorra, mapache, zarigüeya, ardilla, conejo, oso negro) (Mcvaugh, 1951).

11. Beneficios

- a. El capulí tiene un impacto económico destacado en las poblaciones indígenas de la sierra ecuatoriana debido a que su fruto forma parte de la dieta regular de la población; el capulí puede ser consumido como fruta fresca, pero su pulpa también puede ser utilizada en la preparación de mermeladas, preserves, bebidas y helados (CESA, 1992).
- b. La infusión de sus hojas se emplea como diurético y expectorante y, se usa también para aliviar inflamaciones respiratorias (CONABIO, 2012).
- c. La infusión de sus flores, en conjuntos con otras plantas, es utilizada para acelerar las contracciones del parto (CESA, 1992).

- d. Diferentes ungüentos son elaborados con el polvo de la corteza, la cual también es utilizada como tónico y sedante (Popenoe & Pachano, 1922).
- e. Su buena adaptación a zonas templadas hace que sean usados como cercos vivos o cortinas rompe vientos; así, estos protegen a otros cultivos de heladas y la erosión de los suelos (Hlatky, 1990).
- f. El frutal también puede proveer una madera de alta calidad y durabilidad para la elaboración de herramientas, fabricación de muebles y decoraciones, o también puede ser utilizada como combustible en forma de carbón de leña (Moncayo, 2017).
- g. Debido a sus destacadas características morfológicas (tamaño del árbol, grosor de ramas y raíz, número de hojas), el árbol suele ser utilizado para la reforestación debido a la gran cantidad de biomasa que genera durante su desarrollo, lo que permite regenerar los suelos (CONABIO, 2012).
- h. Maderable [madera]. Durmientes, construcción de vehículos, postes, cercas, durmientes, confección de adoquines para pavimento, decoración y acabados de interiores, parques, y ebanistería en general. La madera es fácil de trabajar, es muy durable y toma buen pulimento. Se obtiene madera en rollo (Chisaguano, 2012).

12. Valor nutritivo

La importancia del capulí radica en su valor alimenticio, por contener calcio, hierro, aminoácidos, ácido ascórbico como lo expresa Burton. En el cuadro 1 se presenta el contenido bromatológico del fruto del capulí (FUNIBER, s.f.).

Tabla 2. Composición bromatológica del fruto de capulí

| NUTRIENTES | CANTIDAD |
|-------------------|-----------------|
| Energía (kcal) | 84,0 |
| Proteína (g) | 1,3 |
| Grasa total (g) | 0,2 |
| Colesterol (mg) | - |
| Glúcidos | 21,7 |
| Fibra (g) | 1,0 |
| Calcio (mg) | 28,0 |
| Hierro (mg) | 1,2 |
| Yodo (µg) | - |
| Vitamina A (mg) | 15,0 |
| Vitamina C (mg) | 26,0 |
| Vitamina D (µg) | - |
| Vitamina E (mg) | 0,0 |
| Vitamina B12 (µg) | - |
| Folato (µg) | 0,0 |

Fuente: (FUNIBER, s.f.)

13. Método de propagación.

a. Reproducción asexual

En este proceso se aplica el método de estacas, con amplia variación entre cada árbol en el enraizamiento; se hacen estacas de madera suave de plantas juveniles, con esto la especie tiene la capacidad de producir brotes o retoños (tocón), así mismo que producir rebrotes. Las estacas de 5 cm (con 2 nudos), sumergidas en un enraizador, a las 5 semanas tienen un 96 % de enraizamiento (Flores, 2008).

b. Reproducción sexual

La germinación del embrión ocurre al primero o segundo año en condiciones naturales, después de haber caído la semilla, hay ocasiones que demora la germinación, retardando su proceso hasta después de los 3 años. Este proceso se da por regeneración natural, en la que la apertura de claros, las plántulas contenidas en el banco de semillas se proliferan y se realiza la siembra directa (Flores, 2008).

14. Ventajas y desventajas.

a. Ventajas de la Propagación por Semillas

Las semillas pueden ser almacenadas (por tiempos variables según la especie) hasta que sea necesario sembrarlas. Es la forma más económica para realizar la propagación de plantas. Requiere menos infraestructura especializada que la propagación vegetativa. Las semillas se pueden remover y transportar en forma fácil, limpia y seca. Generalmente, las enfermedades que afectan a la planta madre no se transmiten a través de las semillas (MAE, 2001).

b. Desventajas de la Propagación por Semillas

No todas las plantas o especies producen semillas de buena calidad. La calidad de la planta de donde se obtienen las semillas no siempre es adecuada. Algunas plantas producen pocas semillas o son difíciles de cosechar. Las plantas producidas por semillas demoran más tiempo en llegar a la edad reproductiva, que las plantas producidas en forma vegetativa (MAE, 2001).

15. Variedades

Las variedades de capulí que se distinguen son el delgado llamado “Común” y el grueso “Chaucha” (CESA, 1992). Las variedades clasificadas se determinan de acuerdo al tamaño y color de los frutos. Hay 4 variedades que son: Chaucha Colorado, Chaucha negro, Criollo Colorado, Criollo Negro; las mismas que serán detallados en el siguiente cuadro (Sanchez & Viteri, 1981).

Tabla 3. Características de las variedades del fruto de capulí.

| Variedades | Diámetro Polar (cm) | Diámetro ecuatorial (cm) | Sólidos solubles (%) | Color de la Corteza Munsell | Color de la pulpa Munsell |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Chaucha Colorado | 1.80 | 2.27 | 16.36 | 41-14 | 22-9 |
| Chaucha Negro | 1.71 | 1.99 | 19.85 | Negro | 22-7 |
| Criollo Colorado | 1.36 | 1.59 | 18.31 | 36-14 | 23-8 |
| Criollo Negro | 1.36 | 1.58 | 22.70 | Negro | 23-10 |
| Media | 1.36 | 1.83 | 19.31 | | |

Fuente: (Sanchez & Viteri, 1981).

16. Suelo en el que se desarrolla el capulí.

A pesar de que los suelos de adaptación más dudosa para los frutales son aquellos que ofrecen un subsuelo arcilloso, duro, impermeable y de que solo se logra con un tratamiento especial, el capulí parece ser que contradictoriamente prefiere este tipo de suelos (Chisaguano, 2012)

El capulí, no es tan exigente en cuanto a suelos, produce en suelos pobres, incluso arcillosos, y parece preferir las tierras arenosas secas, aunque es resistente al damping off, mildew polvoriento, y otras enfermedades de semillero; es susceptible al hongo del nudo negro y no crece en las áreas húmedas (Chisaguano, 2012).

Crece en terrenos rocosos y secos, además que su fruto es de mejor calidad cuando la planta crece en suelos arenosos y secos. El capulí se adapta a toda clase de suelos. Pero hay experiencias que señalan que su fruto es de mejor calidad, cuando la planta crece en suelos secos – arenosos. En los frutales de hojas caducas, la condición del suelo y la condición del árbol juntas determinan el índice de extracción de elementos, el cual puede ser bastante diferente de lo que hay disponible en el suelo. Por lo tanto, el análisis foliar y/o de 13 tejidos para estos frutales, se convierte en la guía más conveniente y la de mejor precisión, para la determinación del estado nutricional en estas especies perennes (Chisaguano, 2012).

B. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

1. Condiciones que afectan la germinación

(Fuller & Ritchie, 1984) Manifiesta lo siguiente:

a. Condiciones externas

1) Humedad.

La semilla necesita humedad en abundancia para germinar, sin embargo, el exceso puede causar pudrición si excluye el oxígeno. El agua hace que las semillas se hinchen y es necesario para la digestión, la tras locación y el crecimiento.

2) Oxígeno.

Para que las semillas germinen deben respirar y tener oxígeno para la respiración aeróbica. La falta de este elemento favorece el crecimiento de bacterias anaeróbicas que pueden causar pudrición.

3) Temperatura

La mayoría de las semillas no germinan si la temperatura se aproxima al punto de congelación 0°C, o asciende a más de 46°C. Las temperaturas favorables para la germinación quedan entre 22 y 30°C.

4) Provisión de alimentos

Algunas semillas pequeñas (orquídeas), germinan solo si el ambiente hay disponibilidad de una fuente externa de nutriente. En la naturaleza los hongos proporcionan esos alimentos.

b. Factores externos

Factores como la luz, acidez del suelo, dióxido de carbono influyen en la germinación.

c. Condiciones internas**1) Auxinas.**

La presencia de auxinas (reguladores de crecimiento), influyen en la germinación.

2) Alimentos

Debe existir una reserva alimenticia suficiente.

3) Haber completado su latencia

La latencia es un periodo de reposo relativo que la mayor parte de las semillas requieren para germinar. La latencia puede ser debida a: embriones no desarrollados, cubiertas gruesas de las semillas que dificultan la absorción de agua y oxígeno, y que pone resistencia al hinchamiento y crecimiento del embrión. La latencia es un medio que permite a las semillas soportar periodos desfavorables antes de entrar en crecimiento activo.

2. Métodos pre-germinativos

Los inhibidores de las cubiertas de las semillas son eliminados mediante repetidos lavados con agua, pero los del embrión solo parecen ser eliminados por la acción fisiológica del frío. Las semillas de envoltura muy dura pueden requerir tratamientos especiales que las ablanden suficientemente para que puedan germinar. Para facilitar la germinación estas semillas pueden ser escarificadas, tratadas con ácido fuerte o sometidas a congelación y deshielos alternos o como en el caso de frutos secos y de hueso, se puede quitar la cubierta (Chicaiza, 2012).

a. Escarificación

Existen procedimientos tales como, por ejemplo, sacudirlas en arena u otros materiales que posean aristas agudas, practicar cortes en ellas con un cuchillo o rasparlas con una lima. La ruptura de los tegumentos por tales procedimientos se conoce con el nombre de escarificación que también puede realizarse químicamente, ya sea por medio del ácido sulfúrico, disolventes orgánicos, o por inmersión momentánea en agua hirviendo (Chicaiza, 2012).

b. Escarificación mecánica

El objeto de la escarificación mecánica es modificar las cubiertas duras e impermeables de las semillas, aunque es probable que durante la cosecha, extracción y lavado de las semillas se efectuó cierta escarificación; en la mayoría de las semillas de cubierta dura la germinación se mejora con un tratamiento artificial adicional. La remoción de las cubiertas de las semillas permite la germinación del embrión (Chicaiza, 2012).

c. Escarificación química

Se lleva a cabo utilizando productos químicos. Este tipo de escarificación, además de debilitar la capa externa de las semillas, la libra de posibles plagas o impurezas que podrían estar pegadas en la misma. Entre los productos que se utilizan se encuentra el ácido sulfúrico o ácido clorhídrico. Hay que ser muy prudentes al utilizar estos productos puesto que son tóxicos por inhalación y extremadamente cáusticos para la piel. Por todo ello, se debe llevar una ropa adecuada y una protección eficaz para la cara y las manos (Botánica Online, 2010).

3. Tipos de tratamientos pre-germinativos

a. Tratamiento químico

Uno de los tratamientos para romper la impermeabilidad de la cubierta de las semillas es someterlas durante cierto tiempo a la acción de los ácidos, en los tratamientos que se ha

empleado ácido sulfúrico, se ha conseguido elevar la germinación de algunas especies del 10% al 90% (Suarez, 1985).

b. Tratamiento físico.

1) Inmersión en agua.

Este tratamiento es usado para facilitar la germinación de semillas con cubierta impermeable, consiste en la inmersión de semillas durante periodos y tiempos variables en agua próxima a hervir y dejar que esta se vaya enfriando (Flores, 1994).

2) Con agua caliente.

Se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de 4 a 5 veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 77 y 100°C. De inmediato se retira la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente. Las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento (Quiroga, 2016).

3) Remojo en agua fría horas antes de la siembra.

Este tratamiento se usa en semillas que han estado almacenadas por algún tiempo.

c. Tratamiento mecánico

Consiste en la eliminación de la testa en forma total o parcial, entre estos tratamientos tenemos, el rompimiento de la testa, o lijadura de la misma. Los tratamientos mencionados deben realizarse con sumo cuidado para no dañar el embrión y tejidos internos (Azas, 2016).

C. SUSTRATO

1. Características

Hay diversos medios y mezclas de éstos que se usan con el fin de hacer germinar semillas. Para obtener buenos resultados se requieren las siguientes características: El medio debe ser lo suficientemente firme y denso para mantener las semillas en su sitio; su volumen no varía mucho, ya sea seco o mojado; resulta perjudicial que tenga un encogimiento excesivo al secarse, debe retener la suficiente humedad para que no sea necesario regarlo con mucha frecuencia, tiene que ser lo suficientemente poroso, de modo que se escurra el exceso de agua y permita una aireación adecuada, debe estar libre de malezas, nematodos y otros patógenos, no debe tener un nivel excesivo de salinidad, debe poderse esterilizar con vapor o químicos sin que sufra efectos nocivos, debe existir una adecuada provisión de nutrientes para todo el período, aunque suplementaciones con fertilizantes de lenta liberación son frecuentemente recomendados, un medio ideal de propagación, debe estar provisto de suficiente porosidad para permitir una buena aireación, una alta capacidad de retención de agua, debe tener un buen drenaje y estar libre de patógenos (Calderón, 2006).

El término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno (Calderón, 2006).

2. Propiedades

A continuación, se mencionan las propiedades a tener en cuenta en los materiales utilizados para fabricar sustratos (García, 2006).

- **Granulometría:** tamaño medio y distribución del tamaño de partículas. A partículas más grandes, mayor será el contenido de aire y menor el de agua para determinada succión. Relación óptima aire/agua: 3/1.

- Porosidad: Mayor a 85 %
- Capacidad de agua disponible: 24 - 40 %.
- Densidad aparente: Menor a 0.4 gr/cm³.
- Relación C/N y grado de estabilidad de la materia orgánica.
- Capacidad de intercambio de cationes (CIC): 6-15 meq/100gr (24-60 meq/litro).
- pH con efecto importante en la disponibilidad de nutrientes.
- Cantidad y disponibilidad de nutrientes.
- Concentración de sales en la solución acuosa.
- La salinidad dependerá del tipo de sustrato y del agua de riego. A menor volumen del recipiente, más riesgoso es la acumulación de sales a niveles de toxicidad.
- Conductividad eléctrica: menor a 0.65 mmhos/cm.
- Bajo costo.
- Libre de enfermedades, plagas y malezas.

a. Propiedades físicas

Las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primordial importancia. Una vez que el medio esté en el contenedor, y la planta esté creciendo en él, no es posible modificar las características físicas básicas de dicho medio (Nuez, 2001).

1) Granulometría

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría (Gallo & Viana, 2005).

De la naturaleza y del tamaño de partículas del sustrato dependerán principalmente sus propiedades físicas, como el reparto de aire y agua y la disponibilidad para las raíces (Gallo & Viana, 2005).

2) Porosidad

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones (INFOAGRO, 2010).

El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado (INFOAGRO, 2010).

3) Capacidad de retención de agua o agua fácilmente disponible.

Es la diferencia entre el volumen de agua retenida por el sustrato después de haber sido saturado con agua y dejado drenar, a 10 cm de tensión matricial y el volumen de agua presente a una succión de 50 cm de c.a. El valor óptimo oscila entre el 20% y el 30% del volumen (Gadolfi, 2013).

4) Porosidad del aire.

La porosidad de aire (Pa) es la propiedad física más importante de los sustratos. Los valores de Porosidad de aire necesarios dependen mucho de la especie cultivada, ya que la sensibilidad de las plantas a la aireación es muy variable. Además, dependen del método de medida utilizado y de las condiciones ambientales y de manejo. La porosidad de aire consiste en el porcentaje de volumen de sustrato que contiene aire. El valor que se aconseja como óptimo oscila entre el 10 y el 30 % (Gallo & Viana 2005).

5) Densidad.

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente (INFOAGRO, 2010).

La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-0,1) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura (INFOAGRO, 2010).

6) Estructura.

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente, pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas (INFOAGRO, 2010).

b. Propiedades químicas

1) Capacidad de intercambio catiónico.

Se define como la suma de los cationes cambiables que pueden ser adsorbidos por unidad de peso (o de volumen) del sustrato. Dichos cationes quedan así retenidos frente al efecto lixivante del agua y están usualmente disponibles para la planta (Nuez, 2001).

La capacidad de los sustratos orgánicos para adsorber cationes metálicos depende del pH: Cuando más alto es el pH, más elevada es la capacidad de intercambio catiónico. Para una

turba rubia, la capacidad de intercambio catiónico se incrementa desde 50 hasta 100 meq/100 g cuando el pH aumenta desde 3.5 hasta 5.5 (Nuez, 2001).

2) Salinidad.

La salinidad de una solución acuosa se mide por su contenido en sales disueltas (mg/l o ppm) o, más comúnmente, por su capacidad para conducir la corriente eléctrica o conductividad (en mili Siemens por cm, mS/cm, o micro Siemens por cm, μ S/cm). El efecto más común de la salinidad es un retraso general en el crecimiento de la planta, aunque no todas las partes de la planta son afectadas igualmente, el crecimiento aéreo muy a menudo se suspende más que el crecimiento de la raíz (Gallo & Viana, 2005).

3) pH.

En sustratos orgánicos, el rango óptimo de pH para el crecimiento de plantas está entre 5.0 y 6.5, lo que no excluye que no puedan crecer satisfactoriamente fuera de ese intervalo (Gallo & Viana, 2005).

4) Relación Carbono/Nitrógeno.

Se usa tradicionalmente como un índice del origen de la materia orgánica, de su madurez y de su estabilidad. Los daños que aparecen sobre las plantas cultivadas en materiales orgánicos inmaduros son, en parte por una inmovilización del nitrógeno como a una baja disponibilidad de oxígeno en la rizosfera. Esta situación está provocada por la actividad de los microorganismos, que descompone los materiales orgánicos crudos y utilizan el N para la síntesis de sus proteínas celulares (Gallo & Viana, 2005).

5) Elementos químicos que tiene el sustrato y la función que realiza en la planta.

Nitrógeno. La cantidad de N fijado suele ser pequeña en comparación con la que las plantas podrían utilizar. Cerca del 99% del N combinado en el suelo, se halla contenido en la materia

orgánica. El N orgánico, incluido en moléculas grandes y complejas, sería inaccesible a los vegetales superiores si no fuera, previamente, liberado por los microorganismos (Roca, 2017).

Nitrógeno. Otorga el color verde intenso a las plantas, fomenta el rápido crecimiento, aumenta la producción de hojas (Tejero, 2012).

Fósforo. La cantidad de P total del suelo, expresada como P_2O_5 , en raras ocasiones sobrepasa el 0,50% y puede clasificarse, como inorgánico y orgánico (Roca, 2017).

Fósforo. Estimula la rápida formación y crecimiento de las raíces, facilita el rápido y vigoroso comienzo a las plantas (Tejero, 2012).

Potasio. A diferencia del P, el K se halla en la mayoría de los suelos en cantidades relativamente grandes. En general, su contenido como K_2O oscila entre 0,20-3,30% y depende de la textura (Roca, 2017).

Potasio. Otorga a las plantas gran vigor y resistencia contra las enfermedades y bajas temperaturas, ayuda a la producción de proteína de las plantas (Tejero, 2012).

Calcio. En los suelos considerados no calizos oscila entre el 0,10 y 0,20%, mientras que en los calizos puede alcanzar hasta un 25%. De forma general, se puede decir que el Ca proviene de la meteorización de los minerales. Estos materiales son tan comunes que la mayoría de los suelos contienen suficiente Ca para cubrir gran parte de las necesidades de la planta (Roca, 2017).

Calcio. Activa la temprana formación y el crecimiento de las raicillas, mejora el vigor general de las plantas (Tejero, 2012).

Magnesio. Según diversas estimaciones su contenido medio en la corteza terrestre puede situarse en torno a un 2,30% mientras que en el suelo se aproxima a un 0,50% (Roca, 2017)

El Magnesio es un componente esencial de la clorofila, es necesario para la formación de los azúcares, ayuda a regular la asimilación de otros nutrientes, actúa como transportador del fósforo dentro de la planta (Tejero, 2012).

Cobre. El Cu es uno de los elementos esenciales más importantes tanto para las plantas como para los animales; sin embargo, cantidades excesivas de éste pueden producir efectos tóxicos (Roca, 2017).

Cobre. El 70 por ciento se concentra en la clorofila y su función más importante se aprecia en la asimilación (Tejero, 2012).

Manganeso. Los contenidos totales de Mn pueden variar según el suelo, moviéndose desde 200 hasta 100.000 ppm (Sierra, 2017).

Manganeso. Acelera la germinación y la maduración, aumenta el aprovechamiento del calcio, el magnesio y el fósforo (Tejero, 2012).

Zinc. El Zn es un elemento ampliamente distribuido que se halla en cantidades pequeñas, pero suficientes, en la mayoría de los suelos y plantas (Roca, 2017).

Zinc. Es necesario para la formación normal de la clorofila y para el crecimiento, es un importante activador de las enzimas que tienen que ver con la síntesis de proteínas, por lo cual las plantas deficientes en zinc son pobres en ellas (Tejero, 2012).

3. Materiales usados para elaboración de sustratos

a. Residuos forestales.

El más conocido y utilizado es la corteza de pino, que es bastante estable y airea el sustrato. Debe estar triturada en trozos muy pequeños (1-2 cm.) y se mezcla con turba en cantidades

variables. También se utiliza el aserrín siempre que no provenga de maderas tratadas con productos tóxicos para las plantas. En los sustratos que utilicen estos residuos hay que aportar dosis complementarias de abonos nitrogenados, ya que estos residuos forestales no aportan nitrógeno (Rao, *et al*, 2007).

b. Arena.

La arena está formada por pequeños granos de piedra, de alrededor de 0.05 a 2 mm de diámetro, dependiendo su composición mineral de la que tenga la roca madre. En propagación, generalmente, se emplea arena de cuarzo. De preferencia se debe fumigar o tratar con calor antes de usarla para esterilizarla. Virtualmente no contiene nutrientes minerales y no tiene capacidad amortiguadora (Buffer) o capacidad de intercambio catiónico. Casi siempre se usa en combinación con algún material orgánico (Rao, *et al*, 2007).

La arena es una de las sustancias más utilizada en la mezcla de sustratos, aunque se emplea en pequeñas cantidades. La arena mejora la estructura del sustrato, pero aporta peso al mismo. Las arenas utilizadas no deben contener elementos nocivos tales como sales, arcillas o plagas. El grano no debe ser grueso. La arena de río, que es la mejor, debe estar limpia para ser utilizada en sustratos (Socay, 2009).

c. Turba.

La turba se forma con restos de vegetación acuática, de marismas, ciénagas o pantanos, que se ha preservado bajo el agua en un estado de descomposición parcial. La turba de pantanos está formada por restos de pastos, juncos y otras plantas de pantanos. Este tipo de turba es variable en su composición y color. Su pH varía alrededor de 4 a 7.5 y su capacidad de retención de humedad es de 10 veces su peso seco (Rao, *et al*, 2007).

d. Humus de lombriz.

El humus de lombriz se forma de restos vegetales, restos animales y restos domiciliarios orgánicos, que acumulados, forman un compost, y con el agregado de lombrices que digieren la materia orgánica, resulta en un producto final, llamado vermicompuesto, semejante al humus, atóxico para los vegetales y excelente mejorador de suelos. Algunas características del humus de lombriz modifican las propiedades físico - químicas y microbiológicas del suelo (Socay, 2009)

- 1) Le da al suelo mayor porosidad y aireación, mejorando también la infiltración y favoreciendo el desarrollo radical.
- 2) Se liberan gradualmente los nutrientes que las plantas necesitan, pues al mantener el pH dentro de un rango cercano a la neutralidad (6-7) (con gran poder buffer), les permite una mayor solubilidad. El tener de microelementos: Cu, Mn, Mo y Zn, es elevado.
- 3) Contiene los mismos microorganismos benéficos que tiene el suelo, pero en mayor cantidad, destacándose los que transforman la celulosa y los que intervienen en la asimilación de nitrógeno y fósforo.
- 4) Aumento de la velocidad de emergencia de las plántulas.
- 5) Permite una larga permanencia de ciertos hongos benéficos del suelo. Estos microorganismos que suelen ser efectivos para controlar hongos dañinos del suelo suelen tener en él poca durabilidad. El humus de lombriz les permite un buen desarrollo tornándolo efectivo en la lucha, por ejemplo, contra dampig off.

IV. MATERIALES Y METODOLOGIA

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el umbráculo del vivero de la Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

2. Ubicación geográfica¹

- **Coordenadas:** UTM.
- **Datum:** WGS84.
- **Zona:** 17S.
- **X:** 757904
- **Y:** 9817434
- **Altitud:** 2847 msnm.

3. Características climatológicas²

- Temperatura media anual: 13,50°C
- Precipitación media anual: 556.17mm
- Humedad relativa: 66.89 %

4. Clasificación ecológica

Según la clasificación del Ministerio del Ambiente para los ecosistemas, la ESPOCH-RIOBAMBA se encuentra dentro del ecosistema bosque siempre verde montano del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes. (MAE, 2012)

1. Datos obtenidos por GPS Garmin, coordenadas UTM, Zona 17S, Datum WGS84 en el sitio 2018.
2. Datos tomados de la Estación meteorológica de la ESPOCH del periodo 2007-2017.

B. MATERIALES

1. Materiales de Campo

Balde, colador, fundas, regadera, agua, cinta métrica, piola, libreta, pala, carretilla.

2. Equipos de campo

Balanza, calibrador pie de rey, brixómetro, cámara fotográfica, tensiómetro.

3. Materiales de oficina

Computadora, hojas, impresora, calculadora.

4. Insumos

Semillas de capulí, tierra negra, humus, tierra agrícola, cascarilla de arroz, arena, turba, vitavax, insector, korso.

C. METODOLOGÍA

1. Diseño experimental.

En la presente investigación se utilizó un Diseño experimental trifactorial.

Tabla 4. Diseño experimental trifactorial.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | No. Semilla | Tratamientos |
|---------------------|------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| P1 | S1 | E1 | 25 | T1=P1S1E1 |
| | | E2 | 25 | T2=P1S1E2 |
| | | E3 | 25 | T3=P1S1E3 |
| | S2 | E1 | 25 | T4=P1S2E1 |
| | | E2 | 25 | T5=P1S2E2 |
| | | E3 | 25 | T6=P1S2E3 |
| P2 | S1 | E1 | 25 | T7=P2S1E1 |
| | | E2 | 25 | T8=P2S1E2 |
| | | E3 | 25 | T9=P2S1E3 |
| | S2 | E1 | 25 | T10=P2S2E1 |
| | | E2 | 25 | T11=P2S2E2 |
| | | E3 | 25 | T12=P2S2E3 |
| P3 | S1 | E1 | 25 | T13=P3S1E1 |
| | | E2 | 25 | T14=P3S1E2 |
| | | E3 | 25 | T15=P3S1E3 |
| | S2 | E1 | 25 | T16=P3S2E1 |
| | | E2 | 25 | T17=P3S2E2 |
| | | E3 | 25 | T18=P3S2E3 |
| P4 | S1 | E1 | 25 | T19=P4S1E1 |
| | | E2 | 25 | T20=P4S1E2 |
| | | E3 | 25 | T21=P4S1E3 |
| | S2 | E1 | 25 | T22=P4S2E1 |
| | | E2 | 25 | T23=P4S2E2 |
| | | E3 | 25 | T24=P4S2E3 |
| P5 | S1 | E1 | 25 | T25=P5S1E1 |
| | | E2 | 25 | T26=P5S1E2 |
| | | E3 | 25 | T27=P5S1E3 |
| | S2 | E1 | 25 | T28=P5S2E1 |
| | | E2 | 25 | T29=P5S2E2 |
| | | E3 | 25 | T30=P5S2E3 |
| P6 | S1 | E1 | 25 | T31=P6S1E1 |
| | | E2 | 25 | T32=P6S1E2 |
| | | E3 | 25 | T33=P6S1E3 |
| | S2 | E1 | 25 | T34=P6S2E1 |
| | | E2 | 25 | T35=P6S2E2 |
| | | E3 | 25 | T36=P6S2E3 |

Elaborado por: Moncada, 2018.

2. Factores en estudio.

FACTOR A: Procedencias.

Tomadas de los cantones: Cevallos, Pelileo y Quero.

Tabla 5. Procedencias de semillas de *P.serotina*

| Procedencias | Cantón | Sector | X | Y | Z |
|---------------------|---------------|---------------|----------|----------|----------|
| 1 | Cevallos | Andignato | 766136 | 9849731 | 2868 |
| 2 | Cevallos | Santa Rosa | 765704 | 9850469 | 2875 |
| 3 | Cevallos | La Florida | 765859 | 9850838 | 2873 |
| 4 | Pelileo | Benites | 768735 | 9850743 | 2826 |
| 5 | Quero | Zona Libre | 767681 | 9848286 | 2920 |
| 6 | Quero | Centro | 766412 | 9847734 | 2916 |

Elaborado por: Moncada, 2018.

FACTOR B: Sustratos

S1: (Tierra negra 20%, turba 40%, humus 20%, cascarilla de arroz 10%, tierra agrícola 10%)

S2: (Humus 75%, arena 25%).

FACTOR C: Escarificaciones.

E1: Inmersión de semillas en agua fría por 4 días.

E2: Inmersión de semillas en agua caliente entre 80 a 90°C y dejar reposar en la misma agua por 24 horas.

E3: Semillas a intemperie (sol y lluvia) por 8 días.

3. Tratamientos en estudio

Las unidades experimentales en estudio fueron en total 108 como se aprecia en la tabla 4.

Factor A: 6

Factor B: 2

Factor C: 3

r: 3

UE: (a*b*c*r)

UE: (6*2*3*3)

UE: 108

Tabla 6. Diseño de los tratamientos en estudio en campo en el sustrato 1.

| SUSTRATO 1 | | |
|------------|------------|------------|
| R1 | R2 | R3 |
| T1=P1S1E1 | T1=P1S1E1 | T1=P1S1E1 |
| T2=P1S1E2 | T2=P1S1E2 | T2=P1S1E2 |
| T3=P1S1E3 | T3=P1S1E3 | T3=P1S1E3 |
| T7=P2S1E1 | T7=P2S1E1 | T7=P2S1E1 |
| T8=P2S1E2 | T8=P2S1E2 | T8=P2S1E2 |
| T9=P2S1E3 | T9=P2S1E3 | T9=P2S1E3 |
| T13=P3S1E1 | T13=P3S1E1 | T13=P3S1E1 |
| T14=P3S1E2 | T14=P3S1E2 | T14=P3S1E2 |
| T15=P3S1E3 | T15=P3S1E3 | T15=P3S1E3 |
| T19=P4S1E1 | T19=P4S1E1 | T19=P4S1E1 |
| T20=P4S1E2 | T20=P4S1E2 | T20=P4S1E2 |
| T21=P4S1E3 | T21=P4S1E3 | T21=P4S1E3 |
| T25=P5S1E1 | T25=P5S1E1 | T25=P5S1E1 |
| T26=P5S1E2 | T26=P5S1E2 | T26=P5S1E2 |
| T27=P5S1E3 | T27=P5S1E3 | T27=P5S1E3 |
| T31=P6S1E1 | T31=P6S1E1 | T31=P6S1E1 |
| T32=P6S1E2 | T32=P6S1E2 | T32=P6S1E2 |
| T33=P6S1E3 | T33=P6S1E3 | T33=P6S1E3 |

Elaborado por: Moncada, 2018.

Tabla 7. Diseño de los tratamientos en estudio en campo según el sustrato 2.

| SUSTRATO 2 | | |
|-------------------|------------|------------|
| R1 | R2 | R3 |
| T4=P1S2E1 | T4=P1S2E1 | T4=P1S2E1 |
| T5=P1S2E2 | T5=P1S2E2 | T5=P1S2E2 |
| T6=P1S2E3 | T6=P1S2E3 | T6=P1S2E3 |
| T10=P2S2E1 | T10=P2S2E1 | T10=P2S2E1 |
| T11=P2S2E2 | T11=P2S2E2 | T11=P2S2E2 |
| T12=P2S2E3 | T12=P2S2E3 | T12=P2S2E3 |
| T16=P3S2E1 | T16=P3S2E1 | T16=P3S2E1 |
| T17=P3S2E2 | T17=P3S2E2 | T17=P3S2E2 |
| T18=P3S2E3 | T18=P3S2E3 | T18=P3S2E3 |
| T22=P4S2E1 | T22=P4S2E1 | T22=P4S2E1 |
| T23=P4S2E2 | T23=P4S2E2 | T23=P4S2E2 |
| T24=P4S2E3 | T24=P4S2E3 | T24=P4S2E3 |
| T28=P5S2E1 | T28=P5S2E1 | T28=P5S2E1 |
| T29=P5S2E2 | T29=P5S2E2 | T29=P5S2E2 |
| T30=P5S2E3 | T30=P5S2E3 | T30=P5S2E3 |
| T34=P6S2E1 | T34=P6S2E1 | T34=P6S2E1 |
| T35=P6S2E2 | T35=P6S2E2 | T35=P6S2E2 |
| T36=P6S2E3 | T36=P6S2E3 | T36=P6S2E3 |

Elaborado por: Moncada, 2018.

4. Características específicas del campo experimental.

Este estudio se realizó en el umbráculo del vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales, en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, ubicada en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo; la fase en campo se inició el 28 de mayo del 2018 y culminó el 28 de octubre del presente año. Para ejecutar el proyecto se ocupó dos camas del umbráculo; en lo que corresponde al riego se ocupó 1 regadera con capacidad de 4,5 litros y se colocaron mallas para cubrir las camas.

5. Especificaciones del campo experimental

Número de tratamientos: 36 con 3 repeticiones

Número de unidades experimentales: 108

Número de camas: 2

Número de semillas por unidad experimental: 25 semillas.

Número de plantas repicadas: 16 plantas.

Número de plántulas evaluadas: 16 plantas por unidad experimental.

6. Análisis de Varianza.

Tabla 8. Esquema del ADEVA

| F. V. | GL |
|-----------------|-----------|
| Total | 107 |
| Repeticiones | 2 |
| Tratamientos | 35 |
| Procedencias | 5 |
| Sustratos | 1 |
| Escarificadores | 2 |
| Int. PxS | 5 |
| Int. PxE | 10 |
| Int. SxE | 2 |
| Int PxSxE | 10 |
| Error | 70 |

Elaborado por: Moncada, 2018.

7. Análisis funcional.

Análisis de varianza.

Prueba de Tukey al 5%.

8. Variables evaluadas

- a. Porcentaje de emergencia.
- b. Altura 8 días después del repique, a los 30 y 60 días.
- c. Diámetro del cuello 8 días después del repique, a los 30 y 60 días.
- d. Número de hojas 8 días después del repique, a los 30 y 60 días.
- e. Longitud de la raíz principal.
- f. Número de raíces secundarias.

9. Manejo del ensayo

c. Elaboración de los sustratos y preparación de las camas.

1) Preparación de sustratos

Para la elaboración de 0.40m^3 de sustrato se ocupó los siguientes porcentajes: en el sustrato 1 se colocó 20 % tierra negra; 40% turba; 20% humus; 10% cascarilla de arroz y 10% tierra agrícola, mientras que en el sustrato 2 se mezcló 25% arena y 75% de humus.

2) Desinfección del sustrato.

Basado en las recomendaciones del producto del VITAVAX (carboxim+ thiram) (Departamento Técnico Adama Andina, 2015) se mezcló 5g/litro de agua. Se colocó el vitavax de forma sólida en dos bombas de agua las cuales tenían la capacidad de 20 litros, luego se procedió a rolearlo en cada uno de los sustratos. Se realizaron cuatro volteos en cada sustrato para que estos queden correctamente desinfectados.

3) Desinfección de las camas.

Para la desinfección de las camas en donde se colocó los distintos sustratos, se mezcló la misma cantidad requerida para la desinfección de sustratos que fue de 5 g/L de agua. Se puso el vitavax en polvo en una regadera, la cual tenía una capacidad de 5 litros. Se regó completamente las camas tanto en el interior como el exterior para asegurar su desinfección.

4) Desinfección de las semillas de *P.serotina*.

En base a las recomendaciones se colocó 2 gramos de vitavax por kilogramo de semillas, este fue colocado en forma de polvo sobre todas las semillas previo a su respectiva siembra.

d. Siembra de *P.serotina*.

1) Escarificación física

Se utilizó tres escarificaciones físicas, en agua fría, caliente y a la intemperie. Para cada escarificación existieron 900 semillas. Luego de las aplicar las escarificaciones a las semillas de capulí, se procedió a desinfectarlas con Vitavax y sembrarlas de forma inmediata.

2) Siembra de las semillas *P.serotina*.

Las semillas de capulí se procedieron a sembrar el 30 de mayo del 2018 según el diseño experimental, en donde se colocaron 25 semillas por unidad experimental, dando un total de 2700 semillas sembradas.

3) Emergencia de *P.serotina*.

Las semillas de capulí empezaron a emerger a partir del 25 de junio del 2018, luego de un mes ciertas semillas que presentaron un retraso siguieron emergiendo.

4) Repique de las plantas de *P.serotina*.

Las plantas de capulí se las repicó el 25 de julio del 2018, colocándolas en fundas con dimensiones de 4 x 6 pulgadas conteniendo los mismos sustratos de semillero, las cuales fueron distribuidas según el diseño experimental en campo.

5) Riego

Se aplicó 20L de agua por cama, dos veces por semana, a fin de mantener la humedad de los sustratos entre 80-90% hasta el momento en que empezó la emergencia, actividad registrada mediante un tensiómetro. La forma de riego fue mediante una regadera con capacidad de 5L.

6) Control de malezas.

El control de malezas se lo realizó cada 15 días, estos se hicieron al momento de regar las camas o registrar el número de semillas emergidas. La presencia de malezas en las camas fue escasa por eso no se realizaron deshierbes seguidos.

7) Control fitosanitario

Un problema que se presentó al momento de la emergencia de la semilla de capulí y que empezaba a desarrollarse la plántula fue el ataque por insectos los cuales se comían las hojas de las plantas y el damping off, por lo que se realizó un control fitosanitario. Para los insectos se utilizó el producto INSECTOR (O, O-dimethyl S-methylcarbamoilmethylphosphorodithioate) la cual viene en presentación líquida. La dosificación de este producto fue 0.4ml por litro de agua. El método de aplicación se realizó mediante la fumigación con ayuda de una bomba de 10 litros de agua, suficientes para rociar a las dos camas utilizadas en el proyecto. La aplicación de este producto se realizó el 9 de julio del 2018. Para el damping off el producto que se utilizó fue el KORSO 50PM (Carbendanzim), este se aplicó mediante fumigación con la ayuda de una bomba. En una dosis de 5 gramos por litro de agua. La primera fumigación se hizo una semana después del repique de las plántulas, el 01 de

agosto del 2018; luego se realizaron dos fumigaciones más cada 15 días, el 15 y 30 del mes de agosto del presente año.

e. Toma de datos de germinación de las semillas y crecimiento inicial de las plantas de *P.serotina*.

1) Emergencia de las semillas

Los datos de emergencia se tomaron a partir de los 26 días luego de la siembra ya que en la fecha del 25 de junio del 2018 es cuando estas empezaron a emerger hasta el día del repique que se lo realizó un mes después de la primera semilla emergida, el día 25 de julio del presente año.

2) Altura.

La altura de la planta de capulí se tomó con una cinta métrica (unidad en centímetros), una semana después del repique, el 6 de agosto del 2018, a los 30 días del repique el 6 de septiembre del 2018 fue la segunda medición y a los 60 días luego del repique el 5 de octubre del 2018 obtuvimos la tercera y última medición en lo que respecta a esta variable.

3) Diámetro del cuello.

El diámetro del cuello de la planta de capulí se lo realizó con un calibrador digital (unidad en milímetros), una semana después del repique la cual fue la primera medición, el 6 de agosto del 2018, a los 30 días del repique el 6 de septiembre del 2018 se realizó la segunda medición y a los 60 días luego del repique el 5 de octubre del 2018 se tomó la medición final.

4) Número de hojas

El número de hojas de la planta de capulí se contabilizó y se registró una semana después del repique, el 6 de agosto del 2018 la cual fue la primera medición, a los 30 días del repique el

6 de septiembre del 2018 se tomó la segunda medición y a los 60 días luego del repique el 5 de octubre del 2018 se obtuvo la medición final.

5) Crecimiento de la raíz principal de las plantas de capulí y el número de raíces secundarias.

A los 15 días aproximadamente de la última medición de variables de las plantas de capulí, el 28 de octubre del 2018 se procedió a sacrificar tres plantas por unidad experimental las cuales fueron escogidas de la parte central de la unidad experimental, evitando de esta forma el efecto de borde. En donde se le midió la longitud de la raíz principal en unidad de centímetros y se contabilizó el número de raíces secundarias, luego se procedió a sacar un promedio de las tres plantas por unidad experimental. En total fueron sacrificadas $3 \times 108 = 324$ plantas de capulí.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE LA SEMILLA DE *P.serotina*.

Según el análisis de varianza (Tabla 9) para la variable emergencia de las semillas de *P.serotina*, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas en tratamientos, procedencias, interacción entre procedencia y escarificación, interacción entre sustrato y escarificación, interacción entre procedencia, sustrato y escarificación; además presentó diferencias significativas en sustratos y escarificaciones. El coeficiente de variación fue de 17,06% y una media de 83.67%.

Tabla 9. Emergencia de las semillas de *P.serotina*.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig |
|------------------|-----|----------|---------|--------|-------|-----|
| Total | 107 | 58500,00 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 72,00 | 36,00 | 0,18 | 0,84 | ns |
| Tratamientos | 35 | 44174,67 | 1262,13 | 6,20 | 0,00 | ** |
| Procedencias | 5 | 14188,00 | 2837,60 | 13,94 | 0,000 | ** |
| Sustratos | 1 | 878,37 | 878,37 | 4,31 | 0,04 | * |
| Escarificaciones | 2 | 2050,67 | 1025,33 | 5,04 | 0,01 | ** |
| Int. PxS | 5 | 766,96 | 153,39 | 0,75 | 0,59 | ns |
| Int. PxE | 10 | 5869,33 | 586,93 | 2,88 | 0,00 | ** |
| Int. SxE | 2 | 7676,74 | 3838,37 | 18,85 | 0,00 | ** |
| Int PxSxE | 10 | 12744,59 | 1274,46 | 6,26 | 0,00 | ** |
| Error | 70 | 14253,33 | 203,62 | 1,00 | 0,50 | ns |
| CV % | | | 17,06 | | | |
| Media | | | 83,67 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** : Diferencias altamente significativas; * : Diferencias significativas; ns: Diferencias no significativas.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la emergencia de las semillas de capulí se estableció que la procedencia presenta tres rangos de significancia(a-b-c), la procedencia 6 (Centro) alcanzó el rango “a” con la media más alta de 91,56%, mientras que la procedencia 2 (Santa Rosa) se ubicó en el rango “c” con la media de 58,68% (Tabla 10).

Tabla 10. Separación de medias según Tukey al 5% para la emergencia de las semillas de *P.serotina* según las procedencias.

| Procedencias | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| P6 | 91,56 | a |
| P3 | 91,32 | a |
| P1 | 89,32 | a |
| P4 | 87,76 | a |
| P5 | 84,00 | b |
| P2 | 58,68 | C |

Elaborado por: Moncada, 2018.

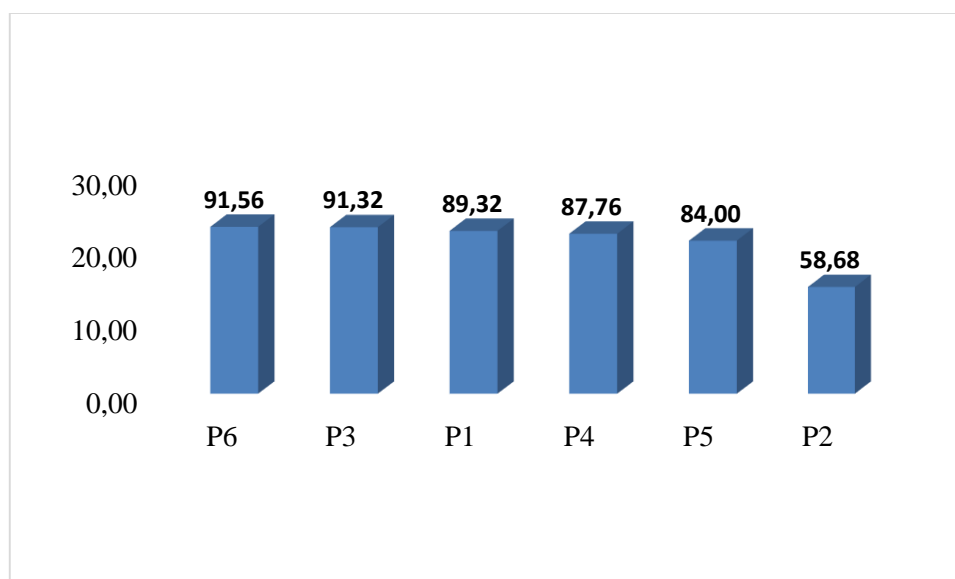


Gráfico 1. Comparación de las medias para la variable emergencia de semillas de *P.serotina* según las procedencias.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la emergencia de las semillas de capulí se estableció que el sustrato presenta dos rangos de significancia(a-b), el sustrato 1 alcanzó el rango “a” con la media de 86,76%, mientras que el sustrato 2 se ubicó en el rango “b” con la media de 80,80% (Tabla 11).

Tabla 11. Separación de medias según Tukey al 5% para la emergencia de semillas de *P.serotina* según el sustrato.

| Sustratos | Media | Grupo |
|------------------|--------------|--------------|
| S1 | 86,76 | a |
| S2 | 80,80 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

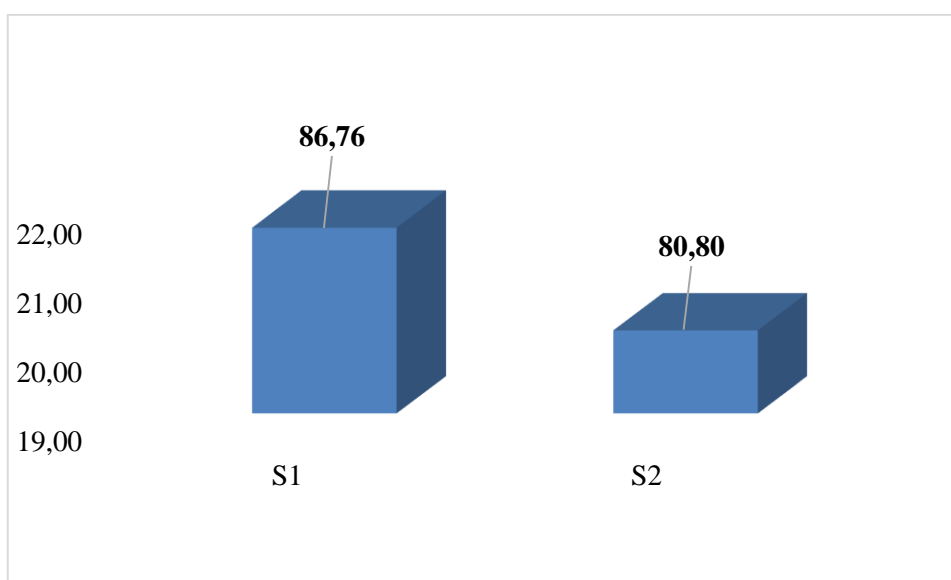


Gráfico 2. Comparación de medias para la emergencia de semillas de *P.serotina* según los sustratos.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la emergencia de las semillas de capulí se estableció que las escarificaciones presentan tres rangos de significancia(a-b-c), la escarificación 2 alcanzó el rango “a” con la media de 89,24%, en cambio la escarificación 1 se ubicó en el rango “c” con la media de 78,68% (Tabla 12).

Tabla 12. Separación de medias según Tukey al 5% para la emergencia de las semillas de *P.serotina* según la escarificación.

| Escarificaciones | Media | Grupo |
|------------------|-------|-------|
| E2 | 89,24 | a |
| E3 | 83,44 | b |
| E1 | 78,68 | c |

Elaborado por: Moncada, 2018.

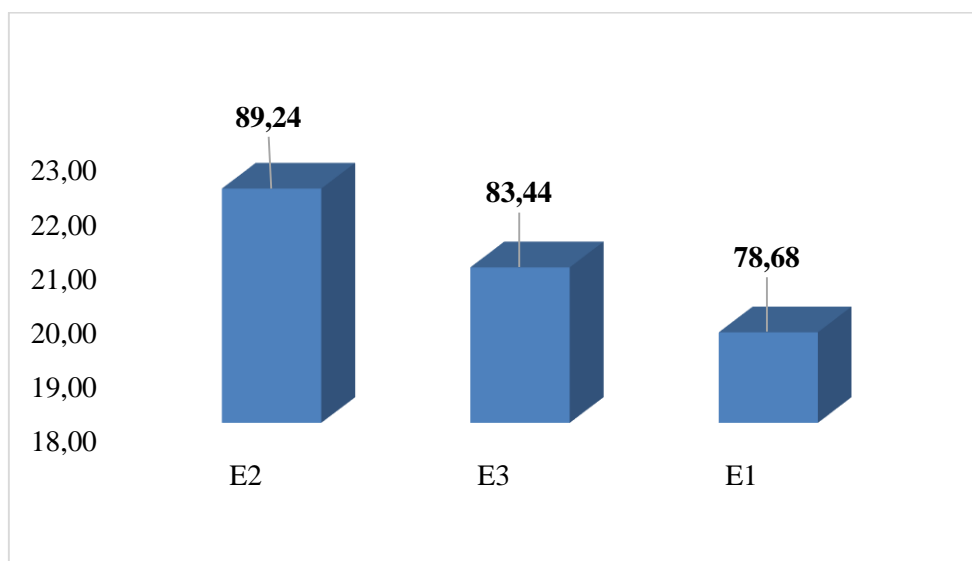


Gráfico 3. Comparación de medias para la emergencia de semillas de *P.serotina* según las escarificaciones.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la emergencia de las semillas de capulí se estableció que en la interacción entre procedencia y escarificación se presentó cuatro rangos de significancia (a-b-c-d), P6E2 alcanzó el rango “a” con la media más alta de 95,32%, mientras que P2E3 se ubicó en el rango “d” con la media más baja de 42,68% (Tabla13).

Tabla 13. Separación de medias según Tukey al 5% para la emergencia de semillas de *P.serotina* según la interacción entre procedencia y escarificación.

| Int. PxE | Media | Grupo |
|----------|-------|-------|
| P6E2 | 95,32 | a |
| P6E3 | 95,32 | a |
| P3E3 | 94,00 | a |
| P1E3 | 93,32 | a |
| P1E2 | 90,00 | b |
| P3E1 | 90,00 | b |
| P3E2 | 90,00 | b |
| P4E2 | 89,32 | b |
| P4E3 | 88,00 | b |
| P5E3 | 87,32 | b |
| P2E2 | 86,00 | b |
| P4E1 | 86,00 | b |
| P1E1 | 84,68 | b |
| P5E2 | 84,68 | b |
| P6E1 | 84,00 | b |
| P5E1 | 80,00 | c |
| P2E1 | 47,32 | d |
| P2E3 | 42,68 | d |

Elaborado por: Moncada, 2018.

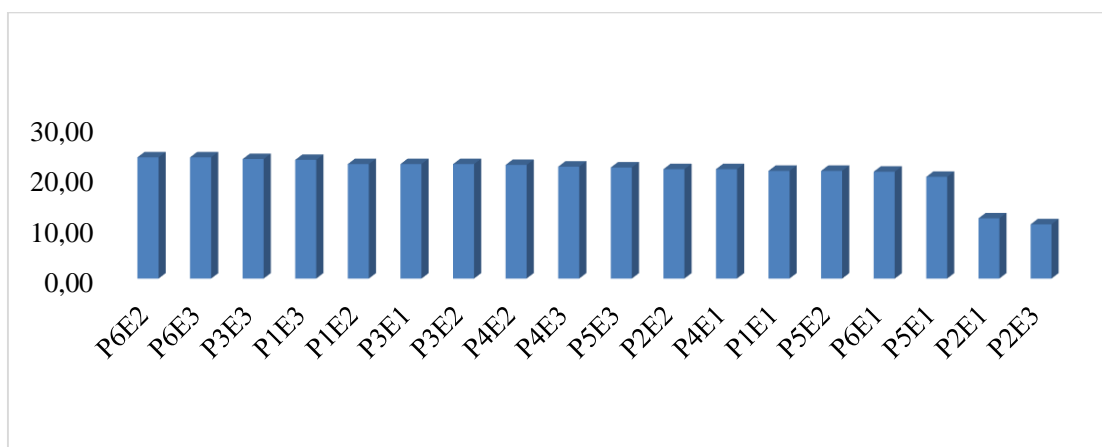


Gráfico 4. Comparación de medias para la emergencia de semillas de *P.serotina* según la interacción entre procedencia y escarificación.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la emergencia de las semillas de capulí se estableció que en la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación se presentó tres rangos de significancia(a-b-c), P1S1E1 y P6S1E3 alcanzaron el rango “a” con la media más alta de 100%, mientras que P2S1E3 se ubicó en el rango “c” con la media de 18,68% (Tabla 14).

Tabla 14. Separación de medias según Tukey al 5% para la emergencia de las semillas de *P.serotina* según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación.

| Int PxSxE | Media | Grupo |
|------------------|--------------|--------------|
| P1S1E1 | 100 | a |
| P6S1E3 | 100 | a |
| P1S2E2 | 97,32 | a |
| P3S2E3 | 97,32 | a |
| P6S1E2 | 97,32 | a |
| P1S1E3 | 96,00 | a |
| P2S2E2 | 96,00 | a |
| P5S1E3 | 96,00 | a |
| P2S1E1 | 94,68 | a |
| P6S1E1 | 94,68 | a |
| P4S2E2 | 93,32 | a |
| P5S1E1 | 93,32 | a |
| P6S2E2 | 93,32 | a |
| P3S2E1 | 92,00 | a |
| P1S2E3 | 90,68 | a |
| P3S1E3 | 90,68 | a |
| P3S2E2 | 90,68 | a |
| P4S1E1 | 90,68 | a |
| P5S2E2 | 90,68 | a |
| P6S2E3 | 90,68 | a |
| P3S1E2 | 89,32 | a |
| P4S1E3 | 89,32 | a |
| P3S1E1 | 88,00 | a |
| P4S2E3 | 86,68 | a |
| P4S1E2 | 85,32 | a |
| P1S1E2 | 82,68 | a |
| P4S2E1 | 81,32 | a |
| P5S1E2 | 78,68 | b |
| P5S2E3 | 78,68 | b |
| P2S1E2 | 76,00 | b |
| P6S2E1 | 73,32 | b |
| P1S2E1 | 69,32 | b |
| P2S2E3 | 66,68 | b |
| P5S2E1 | 66,68 | b |
| P2S1E3 | 18,68 | c |

Elaborado por: Moncada, 2018.

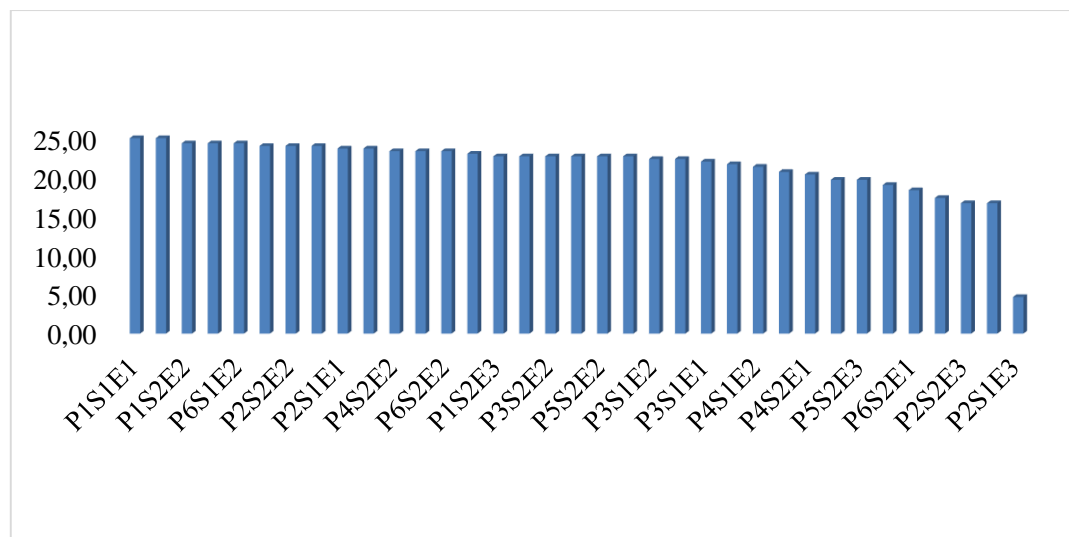


Gráfico 5. Comparación de medias para la emergencia de semillas de *P.serotina* según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación.

1. Análisis del porcentaje de emergencia de las semillas de *P.serotina*.

Una vez concluido el experimento se determinó que:

Procedencia. La procedencia 6 (Centro) obtuvo la mejor emergencia de semilla con un total de 22,89 semillas emergidas de las 25 sembradas, dando un porcentaje de 91,56%; mientras que la procedencia 2 (Santa Rosa) tuvo un porcentaje de emergencia de 58,68%.

Sustrato. Para el sustrato 1 las semillas de capulí tuvieron una emergencia del 86,76%; en cambio en el sustrato 2 existió una emergencia de la semilla del 80,80%.

Escarificación. En la escarificación 2 (semillas en agua caliente) se obtuvo una emergencia de 89,24%, para la escarificación 1 (semillas en agua fría) el porcentaje de emergencia fue de 78,68%.

De los tratamientos utilizados el que mejor porcentaje de emergencia obtuvo fue el Tratamiento 33 (P6S1E3) con un total de emergencia del 100%.

2. Discusión.

Luego de analizar los resultados obtenidos, se determinó que con tratamientos pre-germinativos el porcentaje de emergencia de la semilla de *P.serotina* puede llegar hasta el 100% el cual es mayor con un 2% a lo que menciona (Mcvaugh, 1951) que con un tratamiento pre-germinativo puede llegar hasta el 98% de emergencia. (Inforural, 2013) Menciona que la escarificación es un proceso natural importante para la germinación de muchos tipos de semillas. Este proceso está relacionado con la modificación del recubrimiento natural de la semilla, por medio de métodos mecánicos, térmicos o microbianos. Según los resultados generados tenemos que la escarificación 2 (inmersión de las semillas en agua caliente entre los 80 a 90°C y dejar en reposo por 24 horas) fue la que presentó un mejor porcentaje de emergencia del 89, 24% para lo cual (González, 2008) menciona que los incrementos de la germinación con la aplicación de agua caliente se deben a una brusca disminución de la dureza de la semilla.

B. ALTURA DE LAS PLANTAS DE *P. serótina*.

1. Altura de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique.

Según el análisis de varianza (Tabla 15) para la variable altura de las plantas luego del repique, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos, las procedencias y escarificaciones; diferencias significativas en la interacción entre procedencia y escarificación. El coeficiente de variación fue de 8,32% y una media de 6,97cm.

Tabla 15. Altura de las plantas de *P. serotina* 8 días luego del repique.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig |
|------------------|-----------|--------------|--------------|---------------|--------------|------------|
| Total | 107 | 94,24 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 8,83 | 4,41 | 13,12 | 0,00 | ** |
| Tratamientos | 35 | 61,87 | 1,77 | 5,25 | 0,00 | ** |
| Procedencias | 5 | 37,32 | 7,46 | 22,19 | 0,00 | ** |
| Sustratos | 1 | 0,22 | 0,22 | 0,65 | 0,42 | Ns |
| Escarificaciones | 2 | 7,59 | 3,80 | 11,29 | 0,00 | ** |
| Int. PxS | 5 | 2,22 | 0,44 | 1,32 | 0,26 | Ns |
| Int. PxE | 10 | 8,67 | 0,87 | 2,58 | 0,01 | * |
| Int. SxE | 2 | 1,43 | 0,72 | 2,13 | 0,13 | Ns |
| Int PxSxE | 10 | 4,41 | 0,44 | 1,31 | 0,24 | Ns |
| Error | 70 | 23,55 | 0,34 | 1,00 | 0,50 | |
| CV % | | | 8,32 | | | |
| Media | | | 6,97 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** : Diferencias altamente significativas; * : Diferencias significativas; Ns: Diferencias no significativas

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de capulí luego del repique se estableció que la procedencia presenta dos rangos de significancia(a-b), la procedencia 5 (Zona Libre) alcanzó el rango “a” con la media más alta de 7,73 cm, mientras que la procedencia 1 (Andignato) se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 6,04 cm (Tabla 16).

Tabla 16. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique según la procedencia.

| Procedencias | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| P5 | 7,73 | a |
| P4 | 7,62 | a |
| P6 | 7,06 | a |
| P3 | 6,86 | b |
| P2 | 6,53 | b |
| P1 | 6,04 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

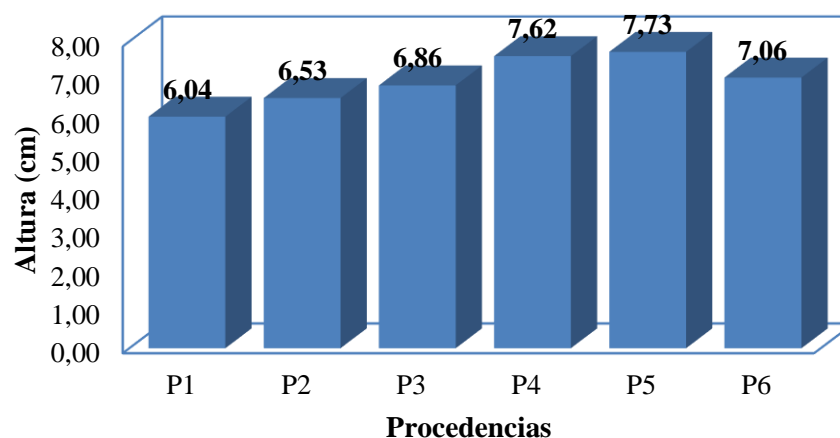


Gráfico 6. Comparación de medias de la variable altura en plantas de *P.serotina* según la procedencia.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de capulí luego del repique se estableció que la escarificación presenta dos rangos de significancia, la escarificación 3 (Semillas a intemperie por 8 días) alcanzó el rango “a” con una media de 7,34 cm, mientras que la escarificación 2 (Inmersión de la semilla en agua caliente entre 80 a 90°C y dejar reposar en el agua por 24 horas) se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 6,72 cm (Tabla 17).

Tabla 17. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique según la escarificación.

| Escarificadores | Media | Grupo |
|------------------------|--------------|--------------|
| E3 | 7,34 | a |
| E1 | 6,86 | b |
| E2 | 6,72 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

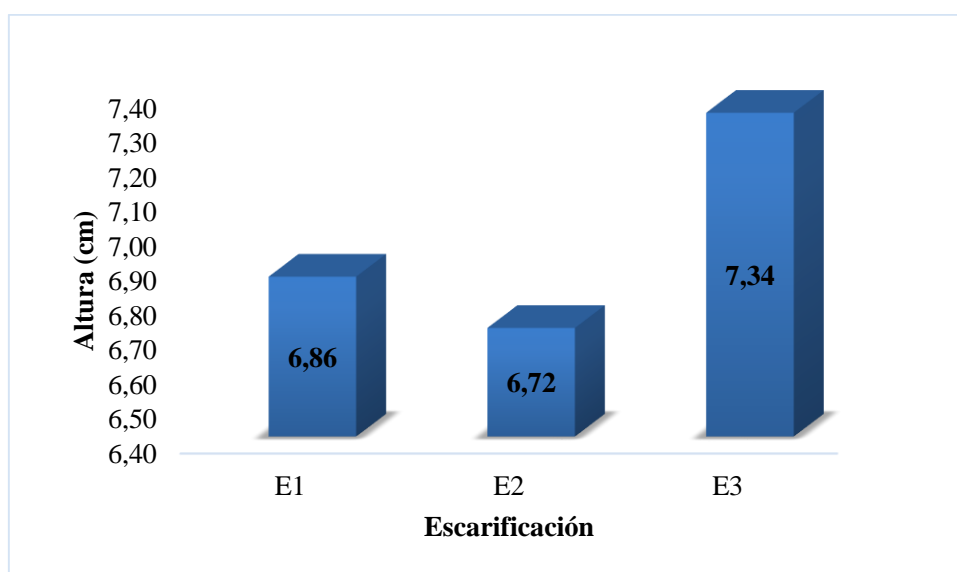


Gráfico 7. Comparación de medias de la variable altura en plantas de *P.serotina* según la escarificación.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de capulí luego del repique se estableció que la interacción procedencia por escarificación, presenta dos rangos de significancia, la interacción P4E1 alcanzó el rango “a” con la media más alta de 7,88 cm, mientras que la interacción P1E1 se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 5,51 cm (Tabla 18).

Tabla 18. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique según la interacción entre procedencia y escarificación.

| Int. PxE | Media | Grupo |
|-----------------|--------------|--------------|
| P4E1 | 7,88 | a |
| P5E3 | 7,82 | a |
| P5E1 | 7,75 | a |
| P4E3 | 7,69 | a |
| P5E2 | 7,61 | a |
| P6E3 | 7,44 | a |
| P4E2 | 7,29 | a |
| P6E1 | 7,23 | a |
| P3E3 | 7,2 | a |
| P2E3 | 7 | a |
| P3E1 | 6,93 | b |
| P1E3 | 6,88 | b |
| P2E2 | 6,69 | b |
| P6E2 | 6,52 | b |
| P3E2 | 6,44 | b |
| P2E1 | 5,88 | b |
| P1E2 | 5,74 | b |
| P1E1 | 5,51 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

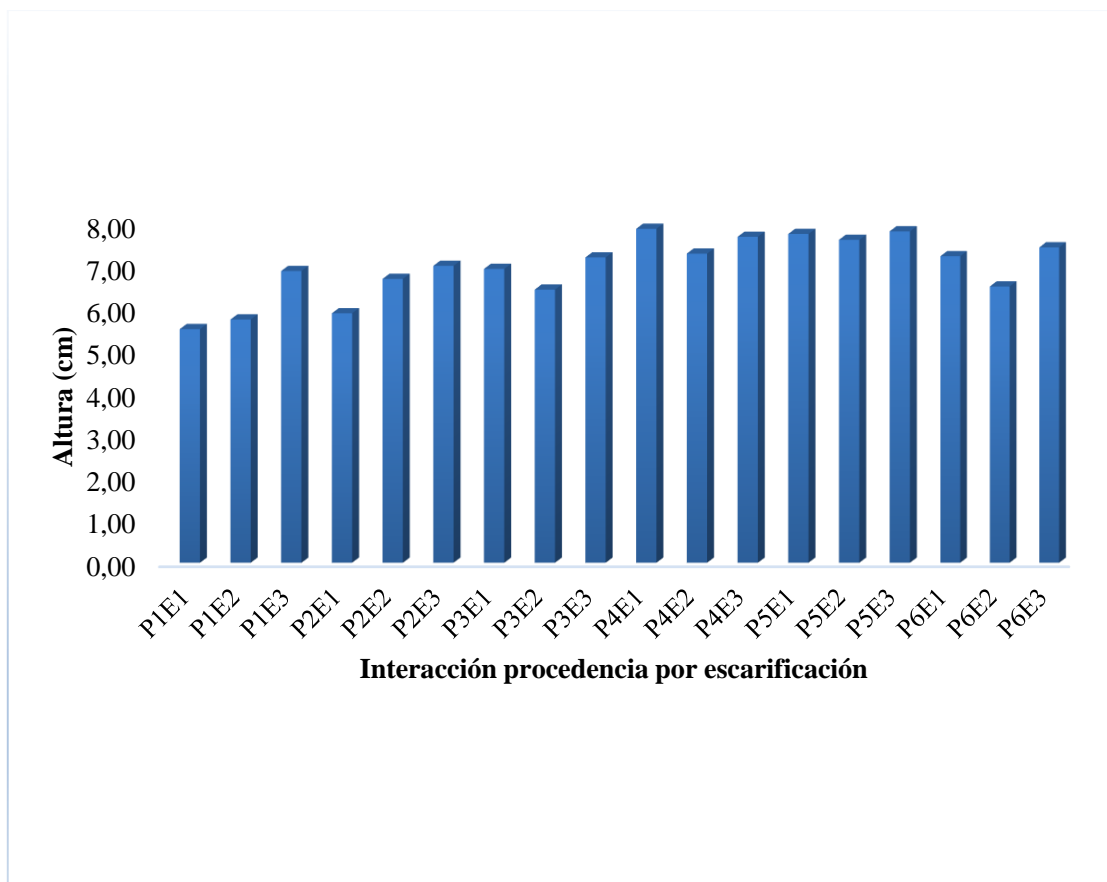


Gráfico 8. Comparación de medias de la variable altura en plantas de *P.serotina* según la interacción entre procedencia y escarificación.

2. Altura de las plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días después del repique.

Según el análisis de varianza (Tabla 19) para la variable altura de las plantas tomadas a los 30 días después del repique, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos, las procedencias y escarificaciones; los sustratos presentaron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 7,30% y una media de 8,42cm.

Tabla 19 . Altura de las plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días después del repique.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig |
|------------------|-----|-------|-------------|--------|-------|-----|
| Total | 107 | 80,35 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 9,25 | 4,63 | 12,25 | 0,00 | |
| Tratamientos | 35 | 44,65 | 1,28 | 3,38 | 0,00 | ** |
| Procedencias | 5 | 26,16 | 5,23 | 13,85 | 0,00 | ** |
| Sustratos | 1 | 2,70 | 2,70 | 7,15 | 0,01 | * |
| Escarificaciones | 2 | 5,85 | 2,93 | 7,75 | 0,00 | ** |
| Int. PxS | 5 | 1,86 | 0,37 | 0,98 | 0,43 | ns |
| Int. PxE | 10 | 3,79 | 0,38 | 1,00 | 0,45 | ns |
| Int. SxE | 2 | 0,49 | 0,25 | 0,65 | 0,52 | ns |
| Int PxSxE | 10 | 3,80 | 0,38 | 1,01 | 0,45 | ns |
| Error | 70 | 26,44 | 0,38 | 1,00 | 0,50 | |
| CV % | | | 7,30 | | | |
| Media | | | 8,42 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** Diferencias altamente significativas; *: Diferencias significativas; ns: Diferencias no significativas.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de capulí tomada a los 30 días después del repique se estableció que la procedencia presenta tres rangos de significancia (a, ab, b), donde la procedencia 5 (Zona Libre) alcanzó el rango “a” con una media de 9,24 cm, mientras que la procedencia 1 (Andignato) se ubicó en el rango “b” con una media de 7,84 cm (Tabla 20).

Tabla 20. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días después del repique según la procedencia.

| Procedencias | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| P5 | 9,24 | a |
| P4 | 8,87 | ab |
| P6 | 8,43 | ab |
| P3 | 8,1 | ab |
| P2 | 8,05 | ab |
| P1 | 7,84 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

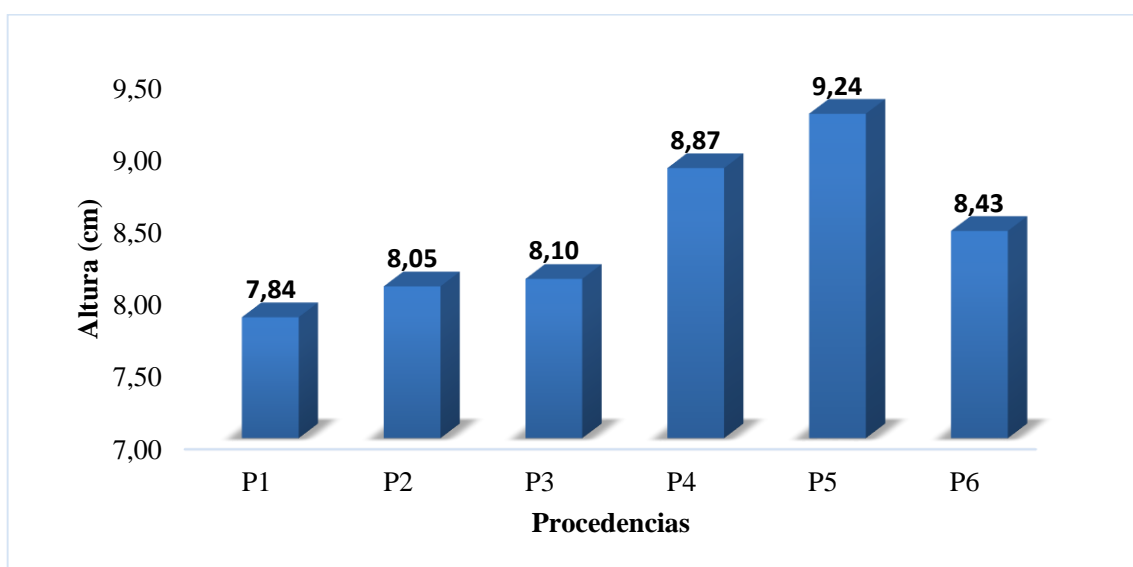


Gráfico 9. Comparación de medias de la variable altura en plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días del repique según la procedencia.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de capulí tomada a los 30 días luego del repique, se estableció que el sustrato presenta dos rangos de significancia, el sustrato 1 (Tierra negra, turba, humus, cascarilla de arroz, tierra agrícola) alcanzó el rango “a” con una media de 8,58cm, mientras que el sustrato 2 (arena, humus) se ubicó en el rango “b” con una media de 8,26cm (Tabla 21).

Tabla 21. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días después del repique en base al sustrato.

| Sustratos | Media | Grupo |
|-----------|-------|-------|
| S1 | 8,58 | a |
| S2 | 8,26 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

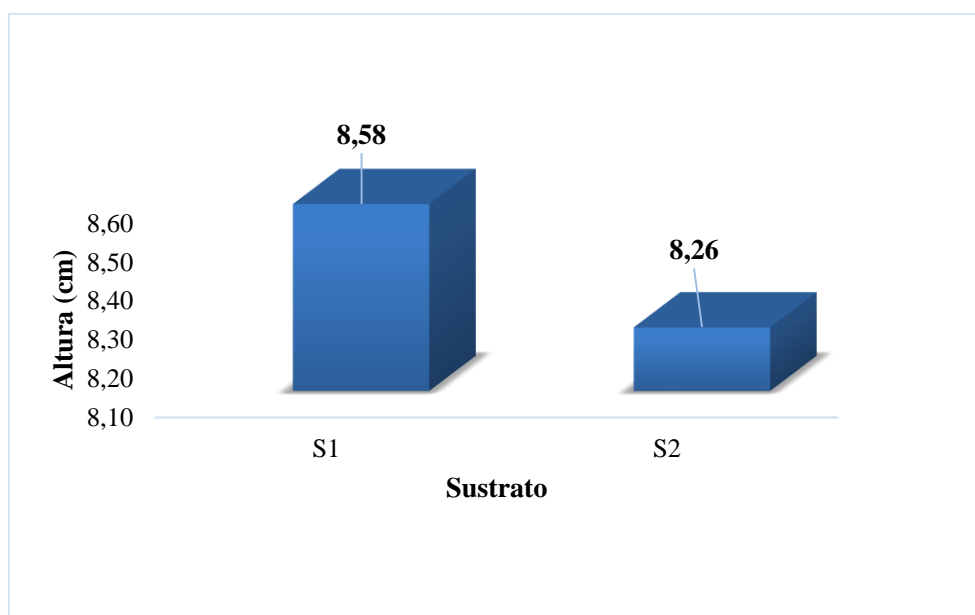


Gráfico 10. Comparación de medias de la variable altura en plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días después del repique en base al sustrato.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de capulí tomada a los 30 días después del repique se estableció que la escarificación presenta tres rangos de significancia, la escarificación 3 (Semillas a intemperie por 8 días) alcanzó el rango “a” con una media de 8,72 cm, mientras que la escarificación 2 (Inmersión de la semilla en agua caliente entre 80 a 90° C y dejar reposar en el agua por 24 horas) se ubicó en el rango “b” con una media de 8,15 cm (Tabla 22).

Tabla 22. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de *P.serotina* tomadas a los 30 días luego del repique en base a la escarificación.

| Escarificadores | Media | Grupo |
|-----------------|-------|-------|
| E3 | 8,72 | a |
| E1 | 8,39 | ab |
| E2 | 8,15 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

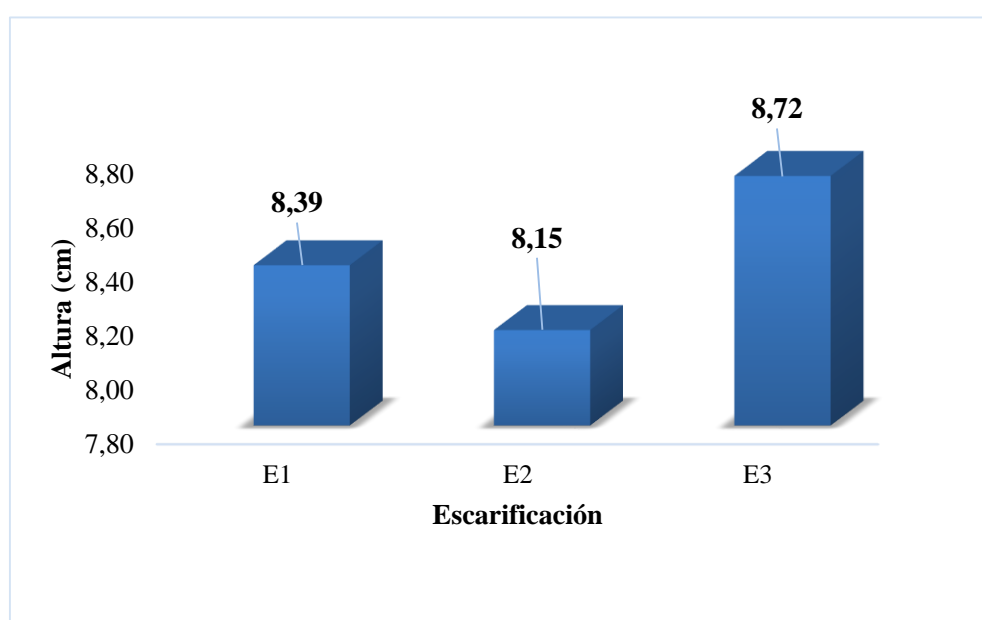


Gráfico 11. Comparación de medias de la variable altura en plantas de *P.serotina* tomadas a los 30 días después del repique en base a la escarificación.

3. Altura de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique.

Según el análisis de varianza (Tabla 23) para la variable altura de las plantas tomada a los 60 días luego del repique, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos, las procedencias, los sustratos y la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación; en la interacción entre procedencia y sustrato existieron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 9,8% y una media de 10,51 cm.

Tabla 23. Altura de las plantas de *P. serotina* tomada a los 60 días luego del repique.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig. |
|-----------------|-----------|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------|
| Total | 107 | 376,53 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 2,54 | 1,27 | 1,20 | 0,31 | |
| Tratamientos | 35 | 299,68 | 8,56 | 8,07 | 0,00 | ** |
| Procedencias | 5 | 28,63 | 5,73 | 5,39 | 0,00 | ** |
| Sustratos | 1 | 193,24 | 193,24 | 182,04 | 0,00 | ** |
| Escarificadores | 2 | 0,60 | 0,30 | 0,28 | 0,76 | ns |
| Int. PxS | 5 | 17,79 | 3,56 | 3,35 | 0,01 | * |
| Int. PxE | 10 | 18,58 | 1,86 | 1,75 | 0,09 | ns |
| Int. SxE | 2 | 4,34 | 2,17 | 2,04 | 0,14 | ns |
| Int PxSxE | 10 | 36,50 | 3,65 | 3,44 | 0,00 | ** |
| Error | 70 | 74,31 | 1,06 | 1,00 | 0,50 | |
| CV % | | | 9,81 | | | |
| Media | | | 10,51 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** : Diferencias altamente significativas; * : Diferencias significativas; ns : Diferencias no significativas.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de capulí tomada a los 60 días luego del repique, se estableció que la procedencia presenta tres rangos de significancia (a, ab, b), en donde la procedencia 4 (Benites) alcanzó el rango “a” con una media de 11,26 cm, mientras que la procedencia (Andignato) se ubicó en el rango “b” con una media de 9,65 cm (Tabla 24).

Tabla 24. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días después del repique en base a la procedencia.

| Procedencias | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| P4 | 11,26 | a |
| P5 | 10,82 | ab |
| P6 | 10,74 | ab |
| P2 | 10,42 | ab |
| P3 | 10,15 | ab |
| P1 | 9,65 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

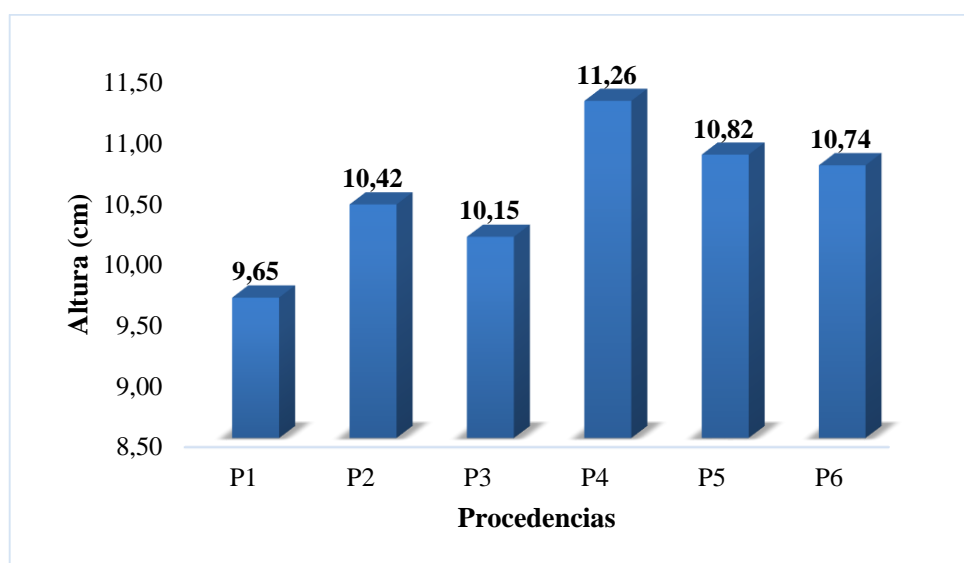


Gráfico 12. Comparación de medias de la variable altura en plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días del repique según la procedencia.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de capulí tomada a los 60 días luego del repique, se estableció que el sustrato presenta dos rangos de significancia (a-b), el sustrato 1(Tierra negra, turba, humus, cascarilla de arroz, tierra agrícola) alcanzó el rango “a” con una media de 11,84cm, mientras que el sustrato 2(arena, humus) se ubicó en el rango “b” con una media de 9,17cm (Tabla 25).

Tabla 25. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días después del repique en base al sustrato.

| Sustratos | Media | Grupo |
|-----------|-------|-------|
| S1 | 11,84 | a |
| S2 | 9,17 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

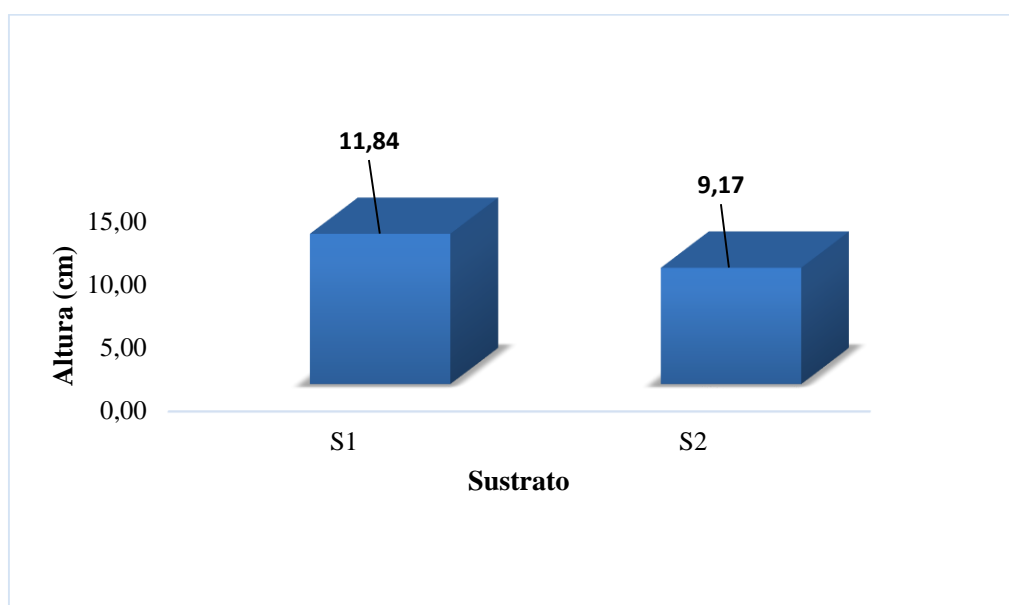


Gráfico 13. Comparación de medias de la variable altura en plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días después del repique en base al sustrato.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de capulí tomada a los 60 días luego del repique, se estableció que la interacción entre procedencia y sustrato, presenta tres rangos de significancia (a, ab, b), la interacción P3S1 alcanzó el rango “a” con la media más alta de 12,08 cm, mientras que la interacción P3S2 se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 8,22 cm (Tabla 26).

Tabla 26. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia y sustrato.

| Int. PxS | Media | Grupo |
|----------|-------|-------|
| P4S1 | 12,96 | A |
| P3S1 | 12,08 | A |
| P2S1 | 11,95 | Ab |
| P6S1 | 11,8 | Ab |
| P5S1 | 11,7 | Ab |
| P1S1 | 10,57 | Ab |
| P5S2 | 9,95 | B |
| P6S2 | 9,67 | B |
| P4S2 | 9,56 | B |
| P2S2 | 8,88 | B |
| P1S2 | 8,73 | B |
| P3S2 | 8,22 | B |

Elaborado por: Moncada, 2018.

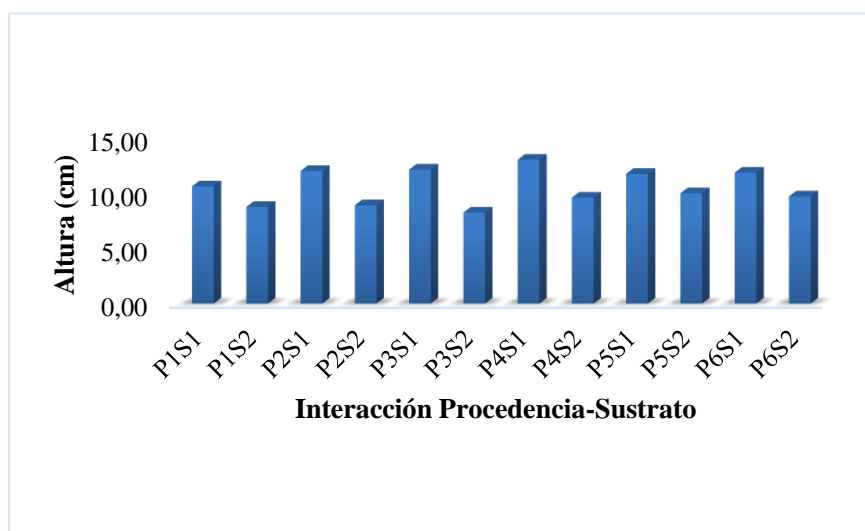


Gráfico 14. Comparación de medias de la variable altura en plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia y sustrato.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura de las plantas de capulí tomada a los 60 días luego del repique, se estableció que la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación, presenta tres rangos de significancia (a, ab, b), la interacción P4S1E2 alcanzó el rango “a” con la media más alta de 13,79 cm, mientras que la interacción P2S2E1 se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 7,80 cm (Tabla 27).

Tabla 27. Separación de medias según Tukey al 5% para la altura de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación.

| Int PxSxE | Media | Grupo |
|------------------|--------------|--------------|
| P4S1E2 | 13,79 | a |
| P2S1E3 | 13,53 | a |
| P3S1E1 | 13,28 | a |
| P4S1E1 | 12,98 | ab |
| P6S1E2 | 12,3 | ab |
| P5S1E1 | 12,25 | ab |
| P4S1E3 | 12,13 | ab |
| P1S1E3 | 12,06 | ab |
| P3S1E2 | 11,87 | ab |
| P6S1E3 | 11,82 | ab |
| P2S1E1 | 11,72 | ab |
| P5S1E2 | 11,48 | ab |
| P5S1E3 | 11,36 | ab |
| P6S1E1 | 11,28 | ab |
| P3S1E3 | 11,09 | ab |
| P1S1E1 | 10,81 | b |
| P2S1E2 | 10,61 | b |
| P2S2E2 | 10,46 | b |
| P5S2E1 | 10,29 | b |
| P4S2E3 | 9,98 | b |
| P5S2E2 | 9,80 | b |
| P6S2E2 | 9,80 | b |
| P5S2E3 | 9,77 | b |
| P6S2E1 | 9,72 | b |
| P4S2E1 | 9,63 | b |
| P6S2E3 | 9,5 | b |
| P1S2E2 | 9,13 | b |
| P4S2E2 | 9,07 | b |
| P1S2E3 | 9,03 | b |
| P1S1E2 | 8,84 | b |
| P3S2E3 | 8,52 | b |
| P2S2E3 | 8,37 | b |
| P3S2E1 | 8,32 | b |
| P1S2E1 | 8,03 | b |
| P3S2E2 | 7,82 | b |
| P2S2E1 | 7,80 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

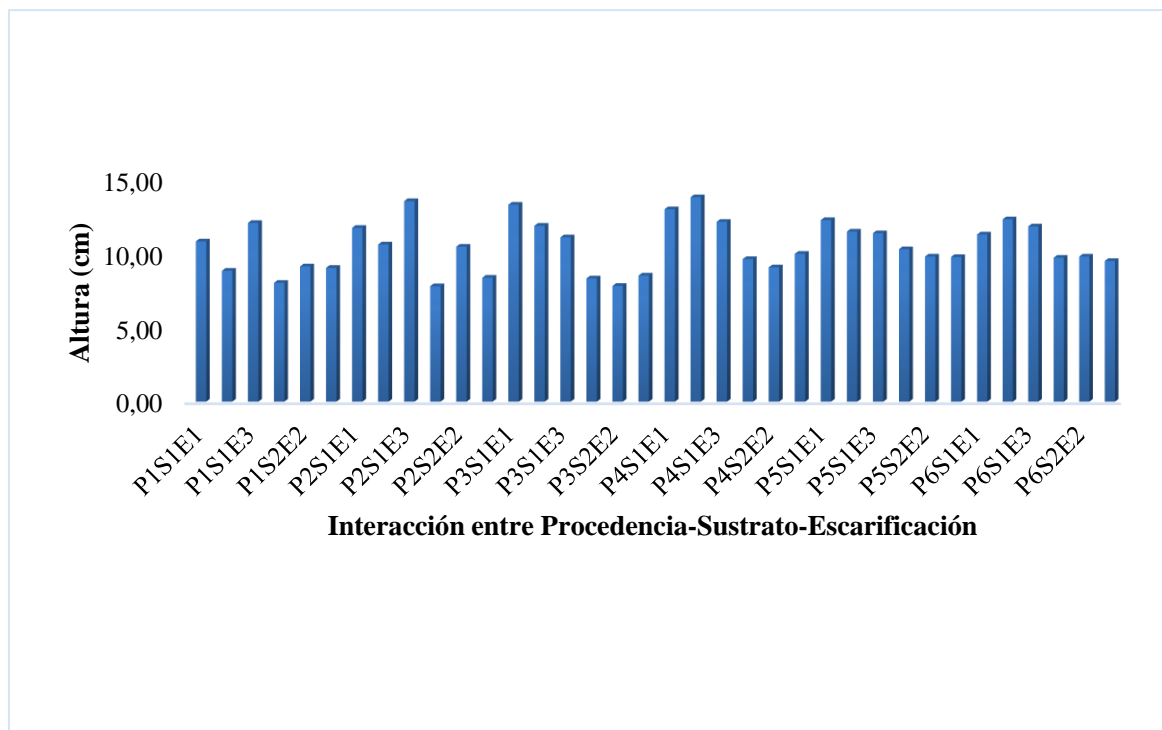


Gráfico 15. Comparación de medias de la variable altura en plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación.

4. Análisis de la variable altura

Una vez concluido el experimento, se observó que el desarrollo de las plantas de capulí presenta sensibilidad a cada uno de los factores en estudio:

Procedencia. Se determinó que las plantas de la procedencia 4 (Benites) y 5 (Zona Libre) son las que mayor desarrollo presentan, mientras que las plantas de la procedencia 1 presentaron menor desarrollo.

Escarificación. Las plantas de las semillas sometidas a la escarificación 3 (semillas a intemperie por 8 días) obtuvieron el mejor desarrollo en altura, al contrario de las plantas de las semillas sometidas a la escarificación 1 (inmersión de las semillas en agua fría por 4 días) obtuvieron el menor desarrollo en altura.

Sustrato. Es el factor en el que mejor se puede apreciar su influencia en el desarrollo en altura de las plantas siendo el sustrato 1(tierra negra, turba, humus, cascarilla de arroz, tierra agrícola) el que presentó un óptimo desarrollo en altura, mientras las plantas establecidas en el sustrato 2(arena, humus) tuvieron un desarrollo muy limitado de la altura.

De los tratamientos utilizados una vez finalizado el experimento, se determinó que el mayor desarrollo en altura se evidencio en el tratamiento 20 (P4S1E2) y el menor desarrollo en cuanto a la variable altura lo obtuvo el tratamiento 10 (P2S2E1).

5. Discusión.

Luego de analizar los resultados obtenidos al finalizar el experimento, se determinó que el factor más influyente para el desarrollo inicial de las plantas de *P.serotina* es el sustrato1 (tierra negra 20%, turba 40%, humus 20%, cascarilla de arroz 10%, tierra agrícola 10%) el cuál ayudó para el desarrollo de la altura en las plantas. Mostrando concordancia con lo descrito por (Hidalgo, Sindoni, & Mendez, 2009) en donde mencionan que, para la producción de plantas frutales, la correcta selección del sustrato en donde crecerán las plantas juega un papel fundamental, dado que el desarrollo y mantenimiento de un extensivo y funcional sistema radical es esencial para el crecimiento de plantas saludables. Según los resultados obtenidos las plantas que se desarrollaron en el sustrato 1 en cuanto a la variable altura fueron las mejores, además este sustrato resultó ser el mejor para las diferentes variables evaluadas, lo que concuerda con (Ortega, Josset, Díaz, & Ocampo, 2010) que menciona que los sustratos que presentaron plántulas con mayor altura también presentaron mayor porcentaje de emergencia y germinación, lo cual se puede atribuir particularmente a las características propias del sustrato.

C. DIÁMETRO AL CUELLO DE LAS PLANTAS DE *P.serotina*.

1. Diámetro del cuello de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique.

Según el análisis de varianza (Tabla 28) para la variable diámetro al cuello de las plantas de capulí luego del repique, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos, las procedencias y los sustratos. El coeficiente de variación fue de 7,88% con una media de 1,23mm.

Tabla 28. Diámetro del cuello de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig |
|-----------------|-----|-------|-------|--------|-------|-----|
| Total | 107 | 1,57 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 0,06 | 0,03 | 3,20 | 0,05 | |
| Tratamientos | 35 | 0,85 | 0,02 | 2,57 | 0,00 | ** |
| Procedencias | 5 | 0,25 | 0,05 | 5,36 | 0,00 | ** |
| Sustratos | 1 | 0,25 | 0,25 | 26,95 | 0,00 | ** |
| Escarificadores | 2 | 0,04 | 0,02 | 2,02 | 0,14 | ns |
| Int. PxS | 5 | 0,04 | 0,01 | 0,76 | 0,58 | ns |
| Int. PxE | 10 | 0,14 | 0,01 | 1,49 | 0,16 | ns |
| Int. SxE | 2 | 0,03 | 0,02 | 1,60 | 0,21 | ns |
| Int PxSxE | 10 | 0,10 | 0,01 | 1,02 | 0,43 | ns |
| Error | 70 | 0,66 | 0,01 | 1,00 | 0,50 | |
| CV % | | | 7,88 | | | |
| Media | | | 1,23 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** : Diferencias altamente significativas; ns: Diferencias no significativas

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro al cuello de las plantas de capulí luego del repique se estableció que la procedencia presenta tres rangos de significancia (a, ab, b), la procedencia 2 (Santa Rosa) alcanzó el rango “a” con una media de 1,31mm, mientras que la procedencia 6 (Centro) se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 1,15 mm (Tabla 29).

Tabla 29. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro al cuello de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique según la procedencia.

| Procedencias | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| P2 | 1,31 | a |
| P5 | 1,27 | ab |
| P4 | 1,24 | b |
| P3 | 1,23 | b |
| P1 | 1,2 | b |
| P6 | 1,15 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

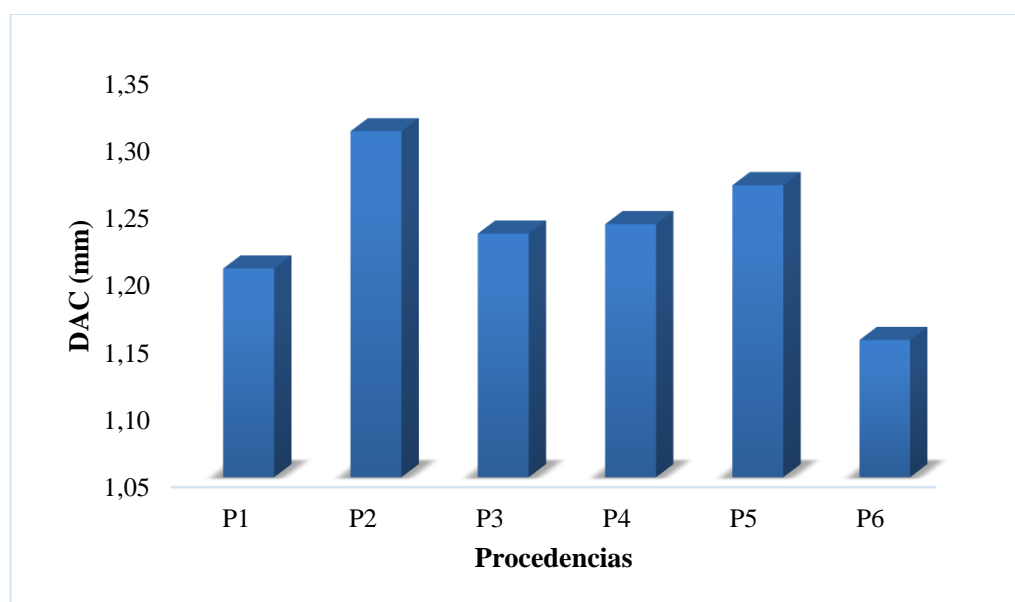


Gráfico 16. Comparación de medias de la variable diámetro al cuello de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique según la procedencia.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro al cuello de las plantas de capulí luego del repique, se estableció que el sustrato presenta dos rangos de significancia (a-b), el sustrato 2 (arena, humus) alcanzó el rango “a” con una media de 1,28mm, mientras que el sustrato 1 (tierra negra, turba, humus, cascarilla de arroz, tierra agrícola) se ubicó en el rango “b” con una media de 1,18mm (Tabla 30).

Tabla 30. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro al cuello de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique según el sustrato.

| Sustratos | Media | Grupo |
|-----------|-------|-------|
| S2 | 1,28 | a |
| S1 | 1,18 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018

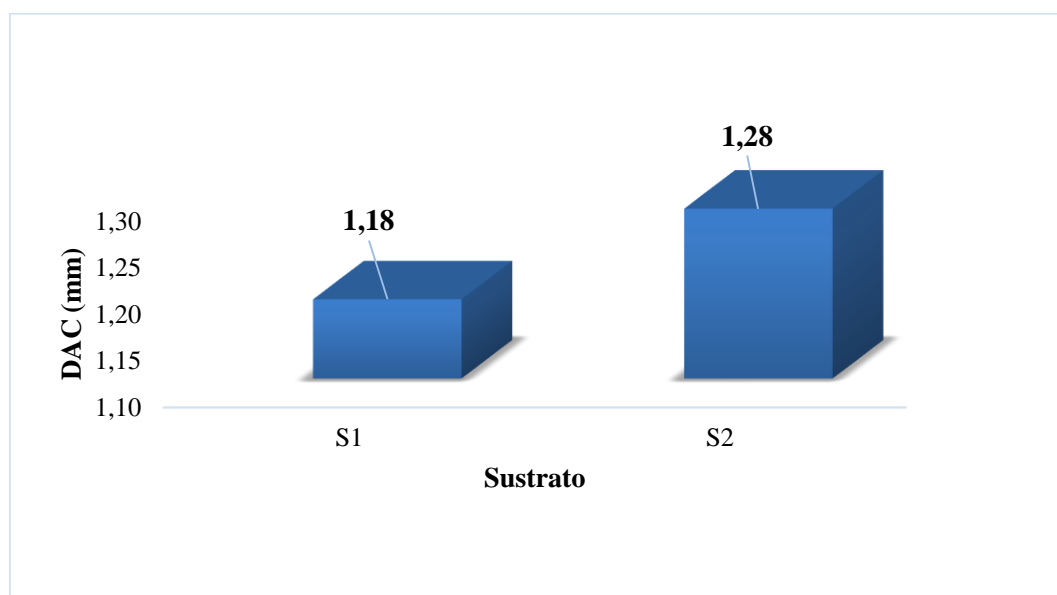


Gráfico 17. Comparación de medias de la variable diámetro del cuello de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique según el sustrato.

2. Diámetro del cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días luego del repique.

Según el análisis de varianza (Tabla 31) para la variable diámetro al cuello de las plantas de capulí tomada a los 30 días luego del repique, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos y las procedencias. El coeficiente de variación fue de 5,71% con una media de 1,33mm.

Tabla 31. Diámetro del cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días luego del repique.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig |
|-----------------|-----------|--------------|--------------|---------------|--------------|------------|
| Total | 107 | 1,12 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 0,14 | 0,07 | 11,81 | 0,00 | |
| Tratamientos | 35 | 0,58 | 0,02 | 2,89 | 0,00 | ** |
| Procedencias | 5 | 0,34 | 0,07 | 11,79 | 0,00 | ** |
| Sustratos | 1 | 0,02 | 0,02 | 2,72 | 0,10 | ns |
| Escarificadores | 2 | 0,03 | 0,01 | 2,28 | 0,11 | ns |
| Int. PxS | 5 | 0,03 | 0,01 | 0,97 | 0,44 | ns |
| Int. PxE | 10 | 0,06 | 0,01 | 1,12 | 0,36 | ns |
| Int. SxE | 2 | 0,03 | 0,02 | 2,64 | 0,08 | ns |
| Int PxSxE | 10 | 0,08 | 0,01 | 1,36 | 0,22 | ns |
| Error | 70 | 0,40 | 0,01 | 1,00 | 0,50 | |
| CV % | | | 5,71 | | | |
| Media | | | 1,33 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** Diferencias altamente significativas; ns: Diferencias no significativas

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro al cuello de las plantas de capulí tomada a los 30 días luego del repique, se estableció que la procedencia presenta dos rangos de significancia (a-b), la procedencia 2 (Santa Rosa) alcanzó el rango “a” con una media de 1,41mm, mientras que la procedencia 6 (Centro) se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 1,22 mm (Tabla 32).

Tabla 32. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro del cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días luego del repique según la procedencia.

| Procedencias | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| P2 | 1,41 | a |
| P1 | 1,37 | b |
| P4 | 1,34 | b |
| P5 | 1,34 | b |
| P3 | 1,31 | b |
| P6 | 1,22 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018

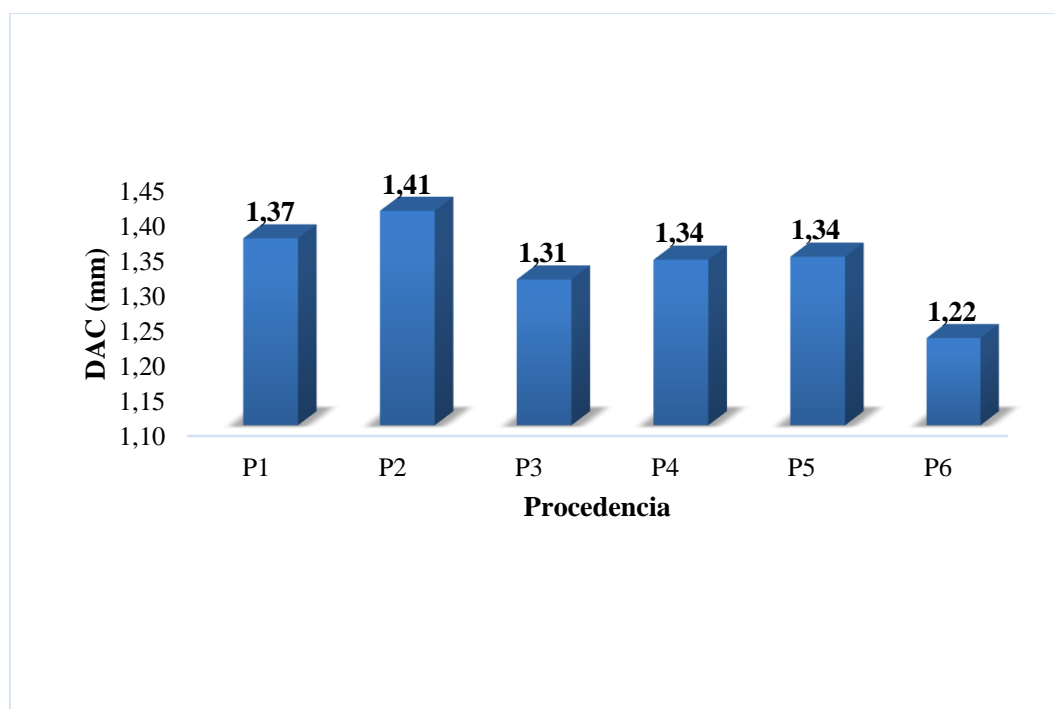


Gráfico 18. Comparación de medias de la variable diámetro al cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días luego del repique según la procedencia.

3. Diámetro del cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique.

Según el análisis de varianza (Tabla 33) para la variable diámetro al cuello de las plantas de capulí tomada a los 60 días luego del repique, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos, las procedencias, los sustratos, interacción entre procedencia y sustrato, interacción entre sustrato y escarificación e interacción entre procedencia, sustrato y escarificación. El coeficiente de variación fue de 7,89% con una media de 1,50mm.

Tabla 33. Diámetro del cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig |
|------------------|-----------|--------------|--------------|---------------|--------------|------------|
| Total | 107 | 4,71 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 0,06 | 0,03 | 2,20 | 0,12 | |
| Tratamientos | 35 | 3,66 | 0,10 | 7,41 | 0,00 | ** |
| Procedencias | 5 | 0,59 | 0,12 | 8,33 | 0,00 | ** |
| Sustratos | 1 | 1,99 | 1,99 | 141,35 | 0,00 | ** |
| Escarificaciones | 2 | 0,03 | 0,01 | 0,99 | 0,38 | Ns |
| Int. PxS | 5 | 0,31 | 0,06 | 4,44 | 0,00 | ** |
| Int. PxE | 10 | 0,21 | 0,02 | 1,50 | 0,16 | Ns |
| Int. SxE | 2 | 0,12 | 0,06 | 4,42 | 0,12 | Ns |
| Int PxSxE | 10 | 0,40 | 0,04 | 2,84 | 0,11 | Ns |
| Error | 70 | 0,99 | 0,01 | 1,00 | 0,50 | |
| CV % | | | 7,89 | | | |
| Media | | | 1,50 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** : Diferencias altamente significativas; ns: Diferencias no significativas

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro al cuello de las plantas de capulí tomada a los 60 días luego del repique, se estableció que la procedencia presenta dos rangos de significancia (a-b), la procedencia 2 (Santa Rosa) alcanzó el rango “a” con la media más alta de 1,61 mm, mientras que la procedencia 6 (Centro) se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 1,38 mm (Tabla 34).

Tabla 34. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro del cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique según la procedencia.

| Procedencias | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| P2 | 1,61 | a |
| P1 | 1,57 | a |
| P4 | 1,52 | a |
| P3 | 1,48 | b |
| P5 | 1,47 | b |
| P6 | 1,38 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018

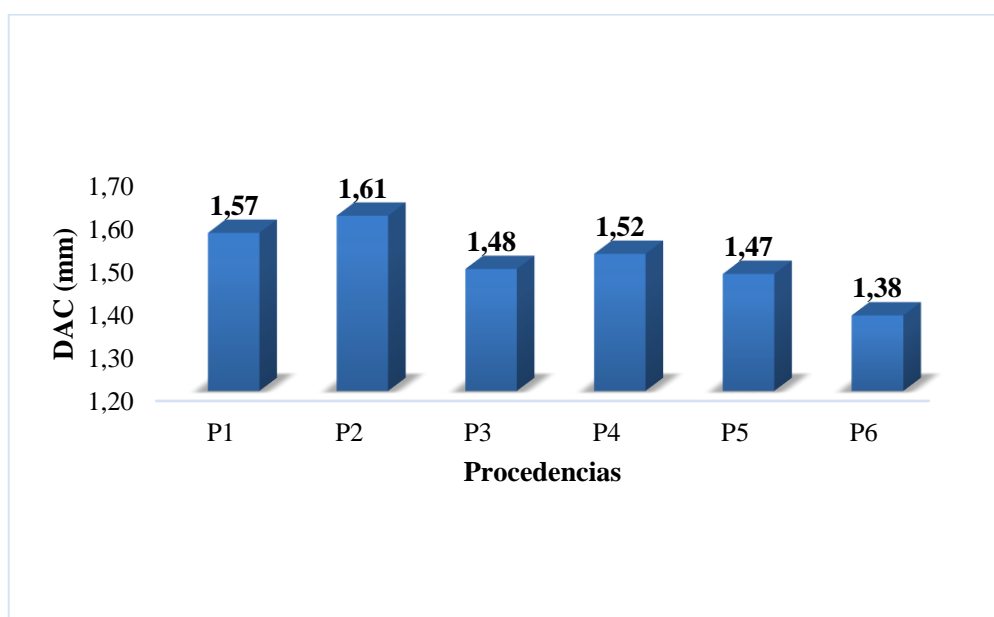


Gráfico 19. Comparación de medias de la variable diámetro al cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique según la procedencia.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro al cuello de las plantas de capulí tomada a los 60 días luego del repique, se estableció que el sustrato presenta dos rangos de significancia (a-b), el sustrato 1 (tierra negra, turba, humus, cascarilla de arroz, tierra agrícola) se ubicó en el rango “a” con una media de 1,64mm, mientras que el sustrato 2 (arena, humus) alcanzó el rango “b” con una media de 1,37mm (Tabla 35).

Tabla 35. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro al cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique según el sustrato.

| Sustratos | Media | Grupo |
|-----------|-------|-------|
| S1 | 1,64 | a |
| S2 | 1,37 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018

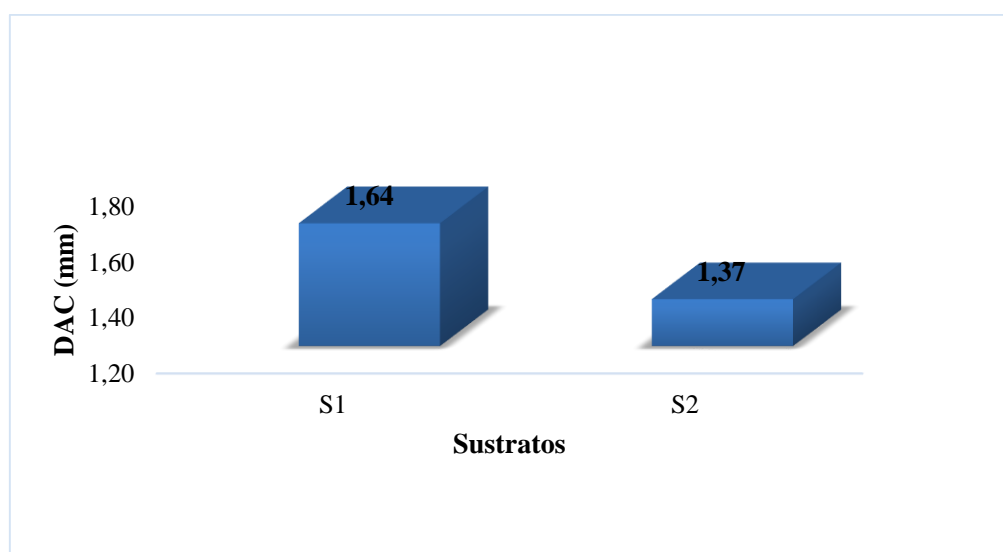


Gráfico 20. Comparación de medias de la variable diámetro del cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique según el sustrato.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro al cuello de las plantas de capulí tomada a los 60 días luego del repique, se estableció que la interacción entre procedencia y sustrato presenta dos rangos de significancia (a-b), la P4S1 alcanzó el rango “a” con la media más alta de 1,73mm, mientras que la P6S2 se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 1,23mm (Tabla 36).

Tabla 36. Separación de medias según Tukey al 5% para el diámetro al cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia y sustrato.

| Int. PxS | Media | Grupo |
|-----------------|--------------|--------------|
| P4S1 | 1,73 | a |
| P2S1 | 1,72 | a |
| P3S1 | 1,66 | b |
| P1S1 | 1,61 | b |
| P5S1 | 1,59 | b |
| P1S2 | 1,53 | b |
| P6S1 | 1,52 | b |
| P2S2 | 1,49 | b |
| P5S2 | 1,35 | b |
| P4S2 | 1,31 | b |
| P3S2 | 1,3 | b |
| P6S2 | 1,23 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

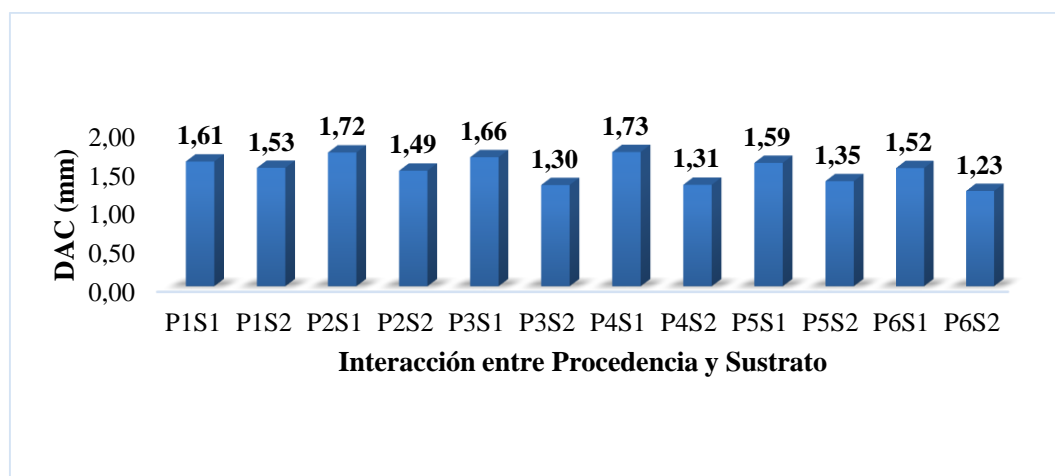


Gráfico 21. Comparación de medias de la variable diámetro del cuello de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días luego del repique según la interacción entre procedencia y sustrato.

4. Análisis de la variable diámetro del cuello.

Culminado el experimento, se evidenció que el desarrollo de las plantas de *P.serotina* en cuanto a la variable mencionada, presentó sensibilidad a cada uno de los factores en estudio.

Procedencia. Se determinó que las plantas de la procedencia 2(Santa Rosa) mostraron un mejor desarrollo, mientras que las plantas de la Procedencia 6 (Centro) obtuvieron menor desarrollo en cuanto a la variable.

Sustrato. En base a los promedios de la variable en estudio, el sustrato 1 (tierra negra, turba, humus, cascarilla de arroz, tierra agrícola) las plantas presentan un mejor desarrollo, al contrario del sustrato 2 (arena, humus) las plantas tuvieron un menor desarrollo.

Una vez terminado el experimento, de los tratamientos en estudio se determinó que el mejor desarrollo que tuvieron las plantas de *P.serotina* en cuanto a diámetro del cuello se evidenció en el tratamiento 20 (P4S1E2) mientras que el tratamiento en el que presento menor desarrollo fue en el tratamiento 34 (P6S2E1).

5. Discusión

Una vez finalizado el experimento, se determinó que el factor más influyente para el desarrollo inicial de las plantas de *Prunus serotina* es el sustrato. Se evidenció al sustrato 1 (Tierra negra 20%, turba 40%, humus 20%, cascarilla de arroz 10%, tierra agrícola 10%) como el mejor de los dos sustratos en estudio para el desarrollo del diámetro del cuello de las plantas con una media de 1,73mm. Manteniendo cierto grado de similitud con los resultados obtenidos por (Quisphe, 2009), quien en su estudio determinó que el tipo de sustrato, influyo en las variables en estudio a los 150 días, ya que a lo largo del ensayo se evidencio que las plantas de arupo que se desarrollaron en los sustratos (tierra negra 50% + arena 25% + abono orgánico 25%) obtuvieron una media de 2,91mm y (tierra negra 50% + cascarilla 25% + abono orgánico 25%) con una media de 2,89mm, las plantas que crecieron en (tierra negra 75% + arena 25%) en cambio obtuvieron una media de 2,60mm; observando de esta manera que el desarrollo de las plantas en sustratos con menos cantidad de componentes es menor.

D. NÚMERO DE HOJAS DE LAS PLANTAS DE *P.serotina*.

1. Número de hojas de plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique.

Según el análisis de varianza (Tabla 37) para la variable número de hojas de las plantas de capulí luego del repique, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos, las procedencias y los sustratos. El coeficiente de variación fue de 10,08% y una media de 3,81.

Tabla 37. Número de hojas de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig |
|------------------|-----|-------|--------------|--------|-------|-----|
| Total | 107 | 22,53 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 1,17 | 0,58 | 3,96 | 0,02 | |
| Tratamientos | 35 | 11,04 | 0,32 | 2,14 | 0,00 | ** |
| Procedencias | 5 | 3,47 | 0,69 | 4,71 | 0,00 | ** |
| Sustratos | 1 | 2,41 | 2,41 | 16,37 | 0,00 | ** |
| Escarificaciones | 2 | 0,57 | 0,29 | 1,94 | 0,15 | ns |
| Int. PxS | 5 | 0,80 | 0,16 | 1,09 | 0,37 | ns |
| Int. PxE | 10 | 1,98 | 0,20 | 1,35 | 0,22 | ns |
| Int. SxE | 2 | 0,25 | 0,12 | 0,85 | 0,43 | ns |
| Int PxSxE | 10 | 1,55 | 0,15 | 1,05 | 0,41 | ns |
| Error | 70 | 10,32 | 0,15 | 1,00 | 0,50 | |
| CV % | | | 10,08 | | | |
| Media | | | 3,81 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** : Diferencias altamente significativas; ns: Diferencias no significativas.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el número de hojas de las plantas de capulí luego del repique, se estableció que la procedencia presenta dos rangos de significancia (a-b), en donde la procedencia 3 (La Florida) alcanzó el rango “a” con una media de 4,12, mientras que la procedencia 5 (Zona Libre) se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 3,56 (Tabla 38).

Tabla 38. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique, en base a las procedencias.

| Procedencias | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| P3 | 4,12 | a |
| P2 | 3,88 | b |
| P1 | 3,84 | b |
| P4 | 3,81 | b |
| P6 | 3,65 | b |
| P5 | 3,56 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

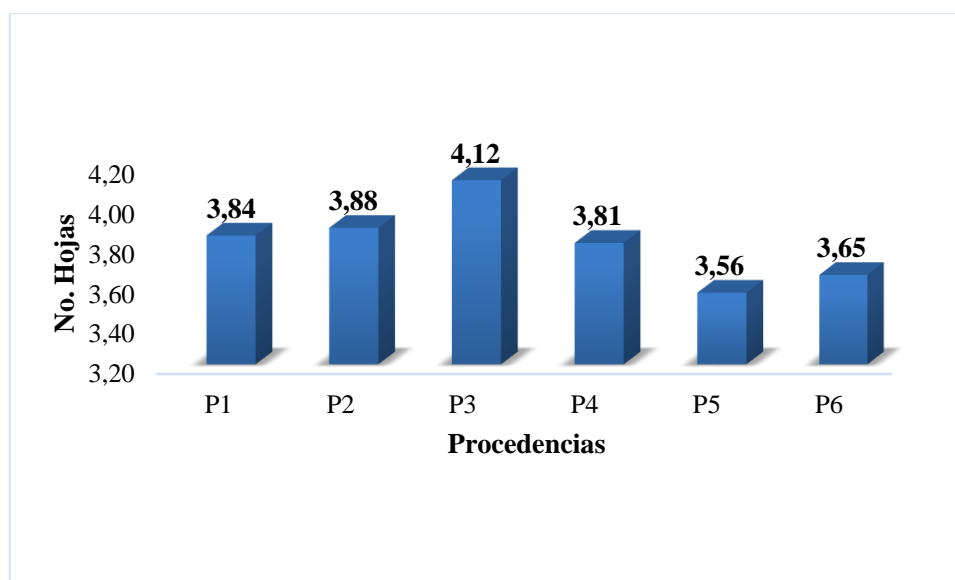


Gráfico 22. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique en base a la procedencia.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el número de hojas de las plantas de capulí luego del repique, se estableció que el sustrato presenta dos rangos de significancia (a-b), el sustrato 1 (tierra negra, turba, humus, cascarilla de arroz, tierra agrícola) se ubicó en el rango “a” con una media de 3,96, mientras que el sustrato 2 (arena, humus) alcanzó el rango “b” con una media de 3,66 (Tabla 39).

Tabla 39. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique en base al sustrato.

| Sustratos | Media | Grupo |
|-----------|-------|-------|
| S1 | 3,96 | a |
| S2 | 3,66 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

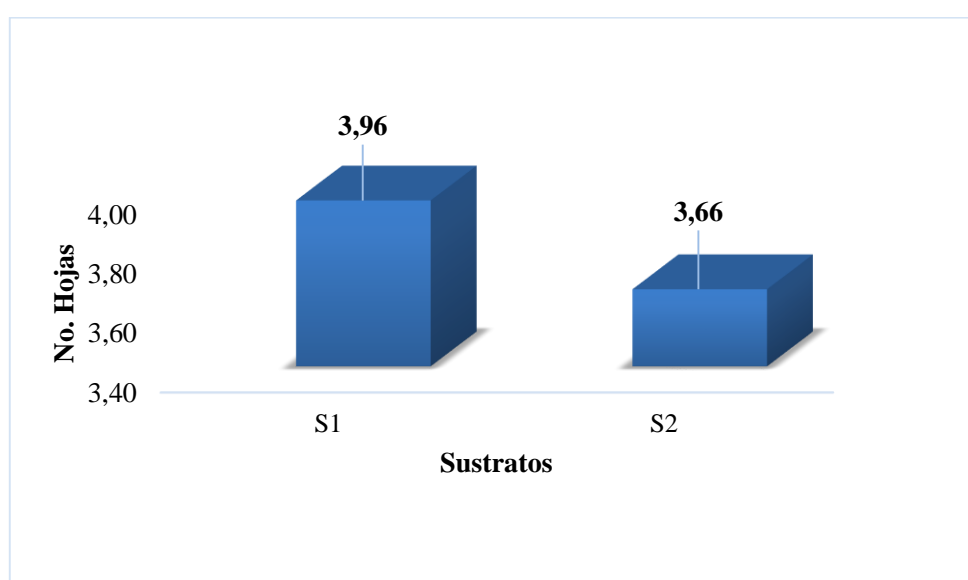


Gráfico 23. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de *P.serotina* 8 días luego del repique en base al sustrato.

2. Número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomadas 30 días después del repique.

Según el análisis de varianza (Tabla 40) para la variable número de hojas de las plantas de capulí, tomada 30 días después del repique, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas en los sustratos; diferencias significativas en los tratamientos y las procedencias. El coeficiente de variación fue de 8,34% y una media de 5,90.

Tabla 40. Número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada 30 días después del repique.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig |
|------------------|-----------|--------------|--------------|---------------|--------------|------------|
| Total | 107 | 35,81 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 1,38 | 0,69 | 2,85 | 0,06 | |
| Tratamientos | 35 | 17,47 | 0,50 | 2,06 | 0,01 | * |
| Procedencias | 5 | 3,58 | 0,72 | 2,96 | 0,02 | * |
| Sustratos | 1 | 6,56 | 6,56 | 27,08 | 0,00 | ** |
| Escarificaciones | 2 | 0,41 | 0,20 | 0,84 | 0,44 | ns |
| Int. PxS | 5 | 1,91 | 0,38 | 1,58 | 0,18 | ns |
| Int. PxE | 10 | 1,83 | 0,18 | 0,75 | 0,67 | ns |
| Int. SxE | 2 | 0,78 | 0,39 | 1,60 | 0,21 | ns |
| Int PxSxE | 10 | 2,40 | 0,24 | 0,99 | 0,46 | ns |
| Error | 70 | 16,96 | 0,24 | 1,00 | 0,50 | |
| CV % | | | 8,34 | | | |
| Media | | | 5,90 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** : Diferencia altamente significativa; * : Diferencias significativas; ns: Diferencias no significativas.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el número de hojas de las plantas de capulí tomada a los 30 días después del repique, se estableció que la procedencia presenta dos rangos de significancia(a-b), en donde la procedencia 3 (La Florida) alcanzó el rango “a” con una media de 6,25, mientras que la procedencia 5 (Zona Libre) se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 5,66 (Tabla 41).

Tabla 41. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días después del repique, en base a las procedencias.

| Procedencias | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| P3 | 6,25 | a |
| P2 | 5,96 | b |
| P1 | 5,9 | b |
| P6 | 5,87 | b |
| P4 | 5,78 | b |
| P5 | 5,66 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

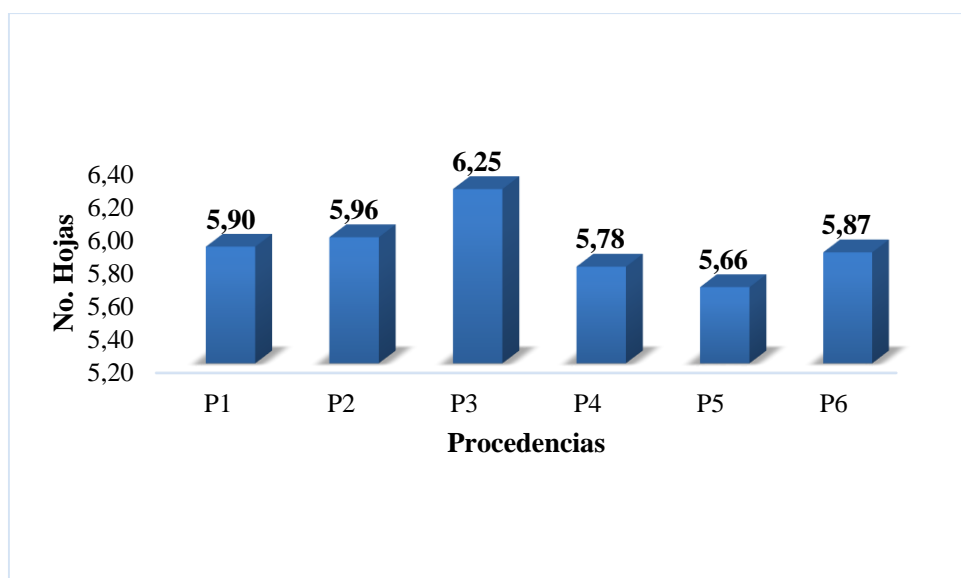


Gráfico 24. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada 30 días después del repique en base a las procedencias.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el número de hojas de las plantas de capulí tomada a los 30 días luego del repique, se estableció que el sustrato presenta dos rangos de significancia (a-b), el sustrato 1 (tierra negra, turba, humus, cascarilla de arroz, tierra agrícola) se ubicó en el rango “a” con una media de 6,15, mientras que el sustrato 2 (arena, humus) alcanzó el rango “b” con una media de 5,66 (Tabla 42).

Tabla 42. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada a los 30 días después del repique, en base al sustrato.

| Sustratos | Media | Grupo |
|-----------|-------|-------|
| S1 | 6,15 | a |
| S2 | 5,66 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

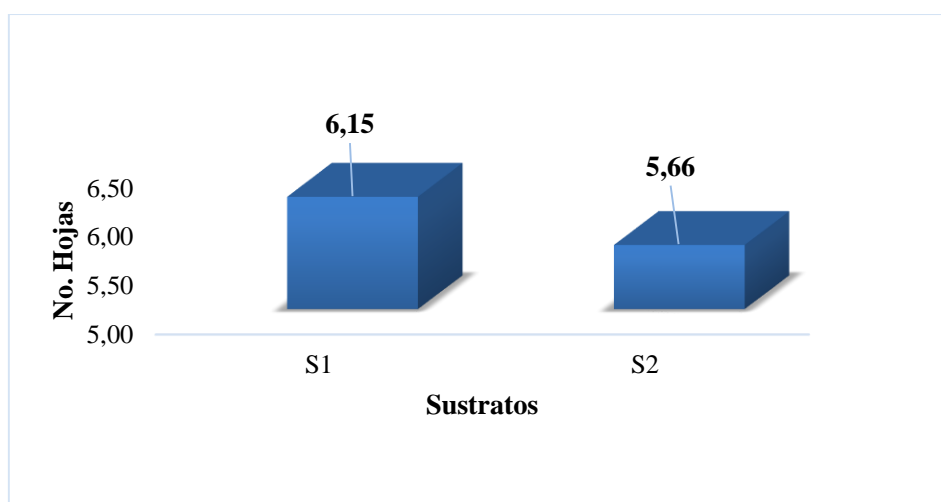


Gráfico 25. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada 30 días después del repique en base al sustrato.

3. Número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días después del repique.

Según el análisis de varianza (Tabla 43) para la variable número de hojas de las plantas de capulí, tomada 60 días después del repique, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos y las escarificaciones; diferencias significativas en las procedencias y la interacción entre procedencia y sustrato. El coeficiente de variación fue de 10,09% y una media de 7,90.

Tabla 43. Número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días después del repique.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig |
|------------------|-----------|--------------|--------------|---------------|--------------|------------|
| Total | 107 | 185,12 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 0,30 | 0,15 | 0,24 | 0,79 | |
| Tratamientos | 35 | 140,39 | 4,01 | 6,32 | 0,00 | ** |
| Procedencias | 5 | 7,59 | 1,52 | 2,39 | 0,05 | * |
| Sustratos | 1 | 105,81 | 105,81 | 166,73 | 0,00 | ** |
| Escarificaciones | 2 | 1,31 | 0,65 | 1,03 | 0,36 | ns |
| Int. PxS | 5 | 9,83 | 1,97 | 3,10 | 0,01 | * |
| Int. PxE | 10 | 4,32 | 0,43 | 0,68 | 0,74 | ns |
| Int. SxE | 2 | 1,16 | 0,58 | 0,92 | 0,41 | ns |
| Int PxSxE | 10 | 10,38 | 1,04 | 1,64 | 0,11 | ns |
| Error | 70 | 44,42 | 0,63 | 1,00 | 0,50 | |
| CV % | | | 10,09 | | | |
| Media | | | 7,90 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** : Diferencias altamente significativas; * : Diferencias significativas; ns: Diferencias no significativas

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el número de hojas de las plantas de capulí tomada a los 60 días después del repique, se estableció que la procedencia presenta dos rangos de significancia(a-b), en donde la procedencia 3 (La Florida) alcanzó el rango más alto dentro del rango “a” con una media de 8,29, mientras que la procedencia 5 (Zona Libre) se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 7,54 (Tabla 44).

Tabla 44. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días después del repique, en base a las procedencias.

| Procedencias | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| P3 | 8,29 | a |
| P1 | 8,07 | a |
| P2 | 7,99 | b |
| P4 | 7,94 | b |
| P6 | 7,58 | b |
| P5 | 7,54 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

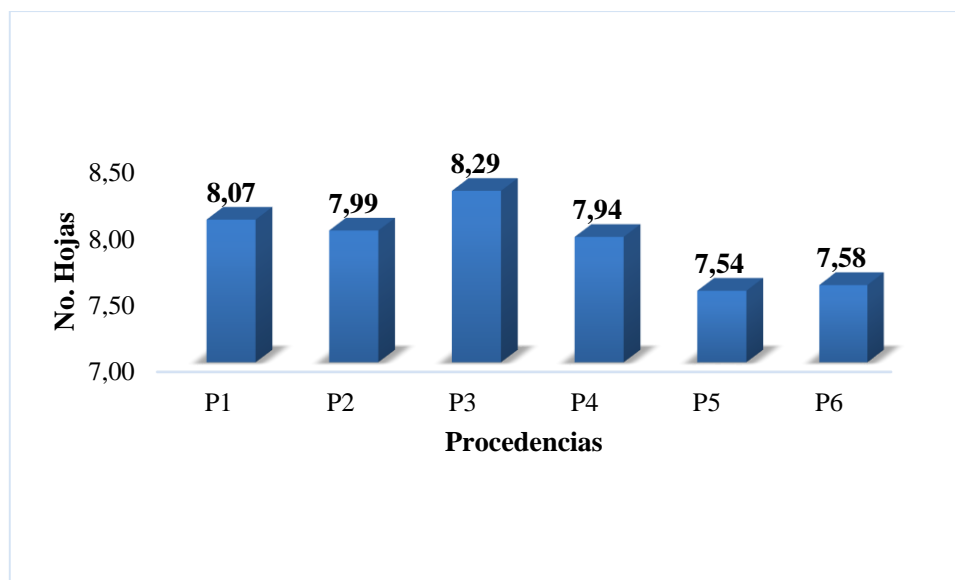


Gráfico 26. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada 60 días después del repique en base a las procedencias.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el número de hojas de las plantas de capulí tomada a los 60 días luego del repique, se estableció que el sustrato presenta dos rangos de significancia (a-b), el sustrato 1 (tierra negra, turba, humus, cascarilla de arroz, tierra agrícola) se ubicó en el rango “a” con una media de 8,89, mientras que el sustrato 2 (arena, humus) alcanzó el rango “b” con una media de 6,91 (Tabla 45).

Tabla 45. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días después del repique, en base al sustrato.

| Sustratos | Media | Grupo |
|-----------|-------|-------|
| S1 | 8,89 | a |
| S2 | 6,91 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

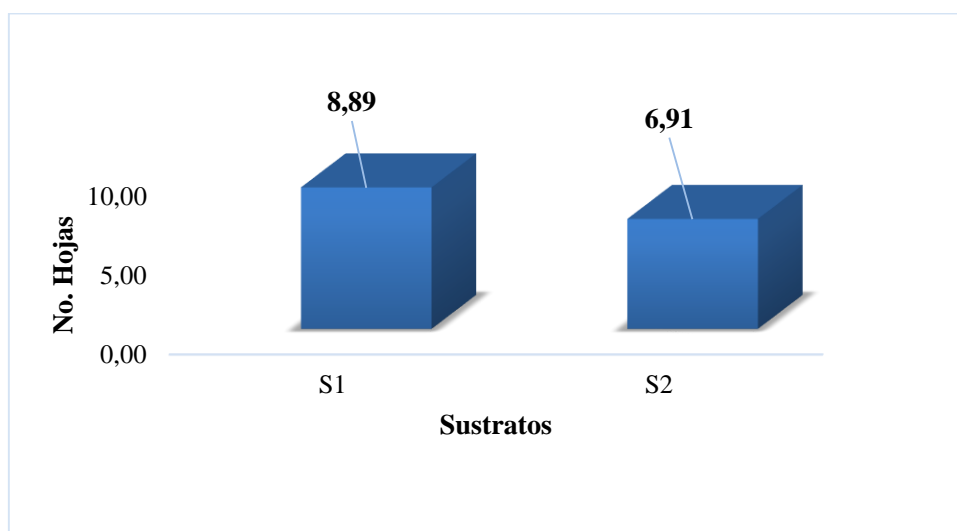


Gráfico 27. Comparación de medias del variable número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada 60 días después del repique en base al sustrato.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el número de hojas de las plantas de capulí tomada a los 60 días después del repique, se estableció que la interacción entre procedencia y sustrato presenta cuatro rangos de significancia (a-b-c-d), en donde P3S1 alcanzó el rango más alto dentro del rango “a” con una media de 9,82, mientras que P5S2 se ubicó en el rango “d” con la media más baja de 6,56 (Tabla 46).

Tabla 46. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada a los 60 días después del repique, en base a la interacción entre procedencia y sustrato.

| Int. PxS | Media | Grupo |
|----------|-------|-------|
| P3S1 | 9,82 | a |
| P2S1 | 9,06 | a |
| P4S1 | 8,91 | b |
| P1S1 | 8,59 | b |
| P5S1 | 8,51 | b |
| P6S1 | 8,45 | b |
| P1S2 | 7,55 | c |
| P4S2 | 6,97 | d |
| P2S2 | 6,92 | d |
| P3S2 | 6,75 | d |
| P6S2 | 6,71 | d |
| P5S2 | 6,56 | d |

Elaborado por: Moncada, 2018.

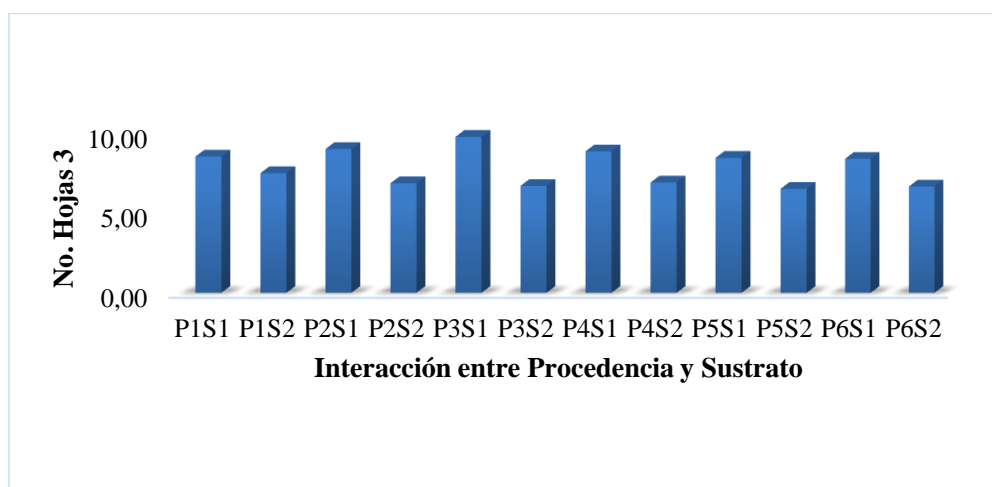


Gráfico 28. Comparación de medias de la variable número de hojas de las plantas de *P.serotina* tomada 60 días después del repique en base a la interacción entre la procedencia y el sustrato.

4. Análisis de la variable número de hojas.

Al finalizar el experimento, se determinó que las plantas de *P.serotina* con respecto a la variable, presentaron sensibilidad a los factores en estudio.

Procedencia. Las plantas de la Procedencia 3 (La Florida) presentaron un mayor número de hojas, en cambio las plantas de la procedencia 5 (Zona Libre) obtuvieron un menor número de hojas.

Sustrato. Se determinó que en el sustrato 1 (tierra Negra, turba, humus, cascarilla de arroz, tierra agrícola) las plantas de capulí presentaron mayor cantidad de hojas, mientras que en el sustrato 2 (arena, humus) en las plantas de capulí se evidenció un número menor de hojas.

Concluido el experimento, se determinó que las plantas de *P.serotina* presentaron un mayor número de hojas en el tratamiento 14(P3S1E2) mientras que el menor número de hojas se obtuvo en el tratamiento 28 (P5S2E1).

5. **Discusión.**

Concluido el experimento, se estableció que el factor que más influye en el desarrollo inicial de las plantas de *Prunus serotina* es el sustrato. Demostrando que el sustrato 1(Tierra negra 20%, turba 40%, humus 20%, cascarilla de arroz 10%, tierra agrícola 10%) es el mejor de los dos sustratos en estudio para el desarrollo en cuanto a número de hojas de las plantas. Argumento que mantiene relación a lo expuesto por (Ortega, Josset, Díaz, & Ocampo, 2010), en donde manifiestan que las mezclas empleadas al conformar un sustrato logran una mejoría en una o más propiedades del material original, siendo muy difícil encontrar en la naturaleza un material que, por sí sólo, satisfaga todas las exigencias de un sustrato ideal. Según los resultados obtenidos el mayor número de hojas lo presentó el tratamiento 14 (P3S1E2) con una media de 9,32, esto se debe a la presencia de nitrógeno en el sustrato 1, ya que este macro elemento ayuda al crecimiento y desarrollo de las plantas, además proporciona un color verde intenso a las hojas, el contenido de nitrógeno en el sustrato fue de 85,45 ppm (ANEXO 26) que está dentro de un rango alto.

E. LONGITUD DE LA RAÍZ PRINCIPAL DE LAS PLANTAS DE *P.serotina*.

Según el análisis de varianza (Tabla 43) para la variable longitud de la raíz principal de las plantas de capulí, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas en tratamientos, procedencias, sustratos, interacción entre sustrato y escarificación, interacción entre procedencia, sustrato y escarificación. El coeficiente de variación fue de 33,63% y una media de 12,53.

Tabla 47. Longitud de la raíz principal de las plantas de *P.serotina*.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig |
|------------------|-----------|--------------|--------------|---------------|--------------|------------|
| Total | 107 | 3632,61 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 35,58 | 17,79 | 1,00 | 0,37 | ns |
| Tratamientos | 35 | 2354,91 | 67,28 | 3,79 | 0,00 | ** |
| Procedencias | 5 | 299,79 | 59,96 | 3,38 | 0,009 | ** |
| Sustratos | 1 | 300,00 | 300,00 | 16,91 | 0,00 | ** |
| Escarificaciones | 2 | 46,36 | 23,18 | 1,31 | 0,28 | ns |
| Int. PxS | 5 | 47,37 | 9,47 | 0,53 | 0,75 | ns |
| Int. PxE | 10 | 270,67 | 27,07 | 1,53 | 0,15 | ns |
| Int. SxE | 2 | 874,30 | 437,15 | 24,64 | 0,00 | ** |
| Int PxSxE | 10 | 516,42 | 51,64 | 2,91 | 0,00 | ** |
| Error | 70 | 1242,12 | 17,74 | | | |
| CV % | | | 33,63 | | | |
| Media | | | 12,53 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** : Diferencias altamente significativas; ns: Diferencias no significativas

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la longitud de la raíz principal de las plantas de capulí, se estableció que para la procedencia se presentó cuatro rangos de significancia (a-b-c-d), la procedencia 1 (Andignato) se ubicó en el rango “a” con la media más alta de 14,57cm, mientras que la procedencia 5 (Zona Libre) alcanzó el rango “d” con la media más baja de 10,12cm (Tabla 48).

Tabla 48. Separación de medias según Tukey al 5% para la longitud de la raíz principal de las plantas de *P.serotina* según la procedencia.

| Procedencias | Media | Grupo |
|--------------|-------|-------|
| P1 | 14,57 | a |
| P4 | 13,96 | b |
| P3 | 13,63 | b |
| P6 | 12,16 | c |
| P2 | 10,71 | d |
| P5 | 10,12 | d |

Elaborado por: Moncada, 2018.

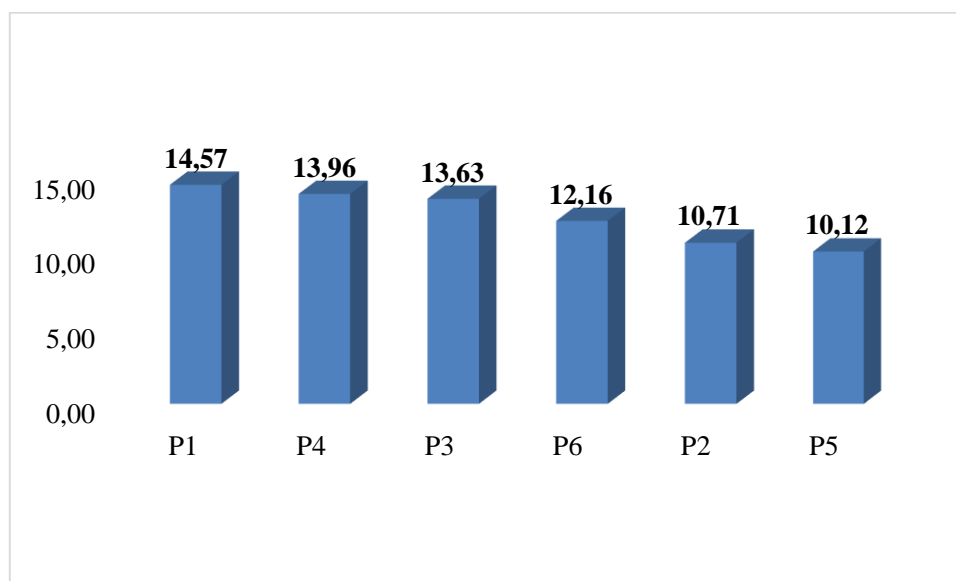


Gráfico 29. Comparación de medias para la longitud principal de la raíz de las plantas de *P.serotina* según las procedencias.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la longitud de la raíz principal de las plantas de capulí, se estableció que los sustratos presentaron dos rangos de significancia (a-b), el sustrato 1 alcanzó el rango “a” con la media de 14,19cm, mientras que el sustrato 2 se ubicó en el rango “b” con la media de 10,86cm (Tabla 49).

Tabla 49. Separación de medias según Tukey al 5% para la longitud de la raíz principal de las plantas de *P.serotina* según los sustratos.

| Sustratos | Media | Grupo |
|-----------|-------|-------|
| S1 | 14,19 | a |
| S2 | 10,86 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

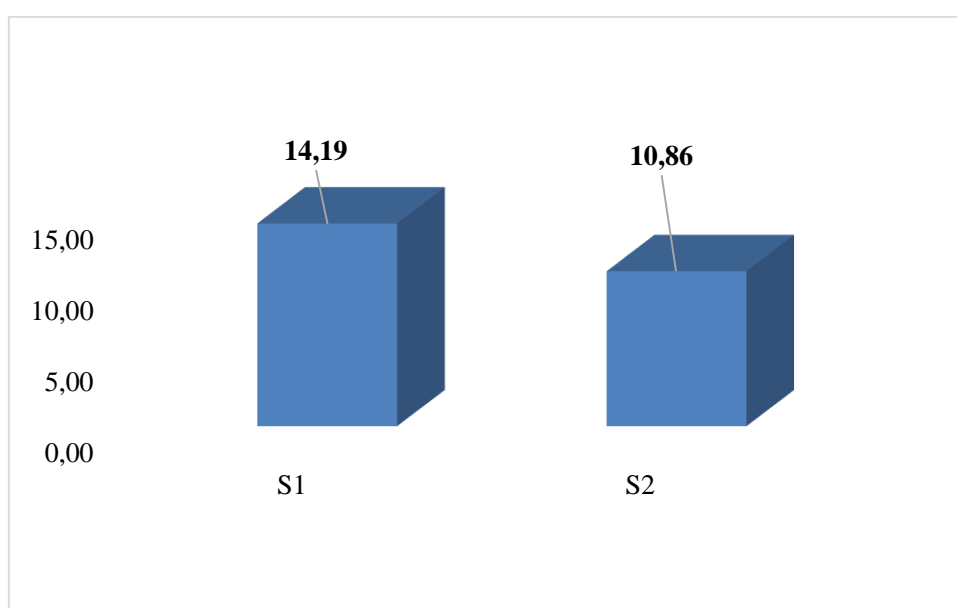


Gráfico 30. Comparación de medias para la longitud de la raíz principal de las plantas de *P.serotina* según los sustratos.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la longitud de la raíz principal de las plantas de capulí, se estableció que la interacción entre sustrato y escarificación presenta cuatro rangos de significancia (a-b-c-d), S1E1 alcanzó el rango “a” con 16,54 cm, mientras que S2E1 se ubicó en el rango “d” con 6,72cm (Tabla 50).

Tabla 50. Separación de medias según Tukey al 5% para la longitud de la raíz principal de las plantas de *P.serotina* según la interacción entre sustrato y escarificación.

| Int. SxE | Media | Grupo |
|----------|-------|-------|
| S1E1 | 16,54 | a |
| S1E3 | 15,28 | b |
| S2E2 | 14,79 | b |
| S2E3 | 11,07 | c |
| S1E2 | 10,76 | c |
| S2E1 | 6,72 | d |

Elaborado por: Moncada, 2018.

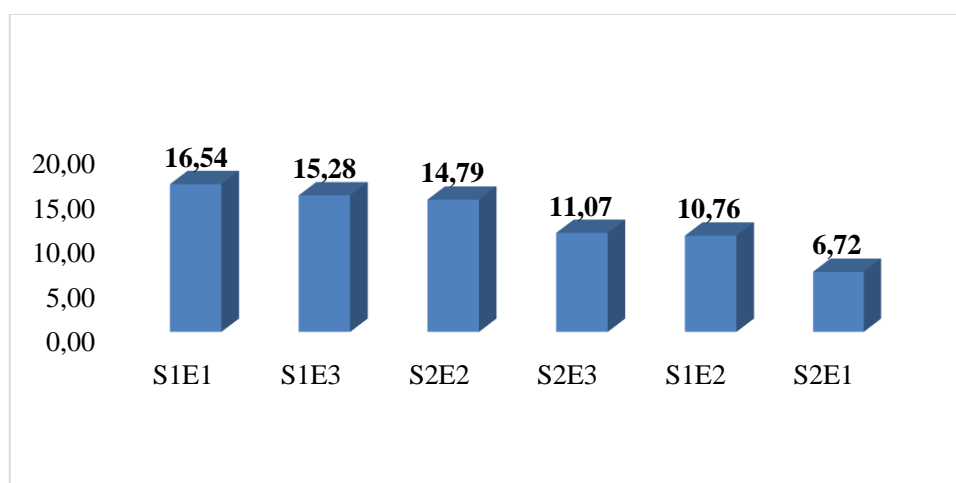


Gráfico 31. Comparación de medias para la longitud de la raíz principal de las plantas de *P.serotina* según la interacción entre sustrato y escarificación.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para la longitud de la raíz principal de las plantas de capulí, se estableció que para la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación existe 5 rangos de significancia (a-b-c-d-e), en donde P4S1E3 alcanzó el rango “a” con la media más alta de 20,80cm, mientras que P5S2E1 se ubicó en el rango “e” con la media más baja de 3,57cm (Tabla 51).

Tabla 51. Separación de medias según Tukey al 5% para la longitud de la raíz principal de las plantas de *P.serotina* según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación.

| Int PxSxE | Media | Grupo |
|------------------|--------------|--------------|
| P4S1E3 | 20,80 | a |
| P3S1E3 | 20,50 | a |
| P2S1E1 | 19,33 | b |
| P1S1E1 | 18,40 | b |
| P4S1E1 | 18,30 | b |
| P1S2E2 | 17,43 | c |
| P2S2E2 | 16,67 | c |
| P3S2E2 | 15,70 | c |
| P1S1E3 | 15,67 | c |
| P6S1E3 | 15,43 | c |
| P5S1E1 | 14,93 | c |
| P5S1E3 | 14,93 | c |
| P6S2E2 | 14,90 | c |
| P6S1E1 | 14,73 | c |
| P4S2E2 | 13,90 | d |
| P3S1E1 | 13,53 | d |
| P1S1E2 | 13,50 | d |
| P1S2E1 | 12,73 | d |
| P2S2E3 | 12,70 | d |
| P3S1E2 | 12,27 | d |
| P6S2E3 | 11,67 | d |
| P4S1E2 | 11,57 | d |
| P2S1E2 | 11,23 | d |
| P5S2E3 | 10,90 | d |
| P4S2E3 | 10,87 | d |
| P3S2E3 | 10,60 | d |
| P5S2E2 | 10,17 | d |
| P6S1E2 | 9,77 | d |
| P1S2E3 | 9,67 | e |
| P3S2E1 | 9,20 | e |
| P4S2E1 | 8,33 | e |
| P6S2E1 | 6,47 | e |
| P5S1E2 | 6,23 | e |
| P2S1E3 | 4,33 | e |
| P5S2E1 | 3,57 | e |

Elaborado por: Moncada, 2018.

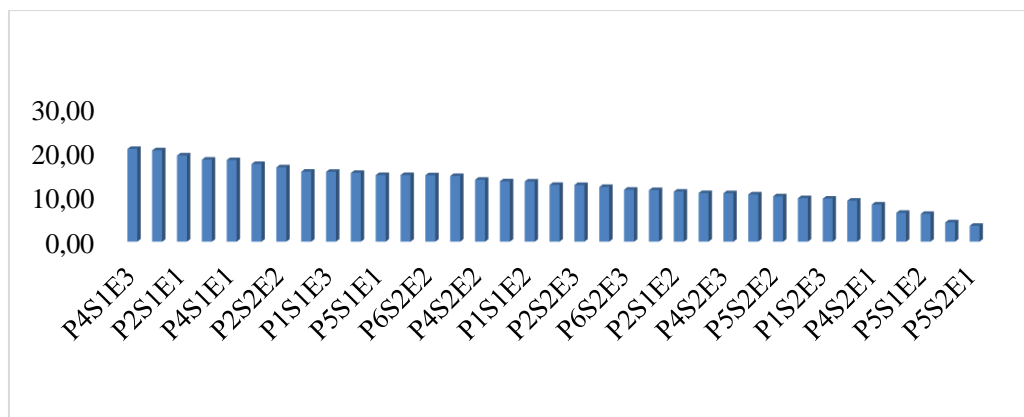


Gráfico 32. Comparación de medias para la longitud de la raíz principal de las plantas de *P.serotina* según la interacción entre procedencia, sustrato y escarificación.

F. NÚMERO DE RAICES SECUNDARIAS DE LAS PLANTAS DE *P.serotina*.

Según el análisis de varianza (Tabla 52) para la variable número de raíces secundarias de las plantas de capulí, los resultados presentaron que existen diferencias altamente significativas para la interacción entre sustrato y escarificación; diferencias significativas en tratamientos y sustratos. El coeficiente de variación fue de 51% y una media de 7,59.

Tabla 52 Número de raíces secundarias de las plantas de *P.serotina*.

| F. V. | GL | S. C. | C. M. | Fisher | Prob. | Sig |
|-----------------|-----|---------|--------------|--------|-------|-----|
| Total | 107 | 2066,07 | | | | |
| Repeticiones | 2 | 62,57 | 31,29 | 2,09 | 0,13 | ns |
| Tratamientos | 35 | 954,07 | 27,26 | 1,82 | 0,02 | * |
| Procedencias | 5 | 101,52 | 20,30 | 1,35 | 0,252 | ns |
| Sustratos | 1 | 85,33 | 85,33 | 5,69 | 0,02 | * |
| Escarificadores | 2 | 22,30 | 11,15 | 0,74 | 0,48 | ns |
| Int. PxS | 5 | 77,89 | 15,58 | 1,04 | 0,40 | ns |
| Int. PxE | 10 | 145,26 | 14,53 | 0,97 | 0,48 | ns |
| Int. SxE | 2 | 233,56 | 116,78 | 7,79 | 0,00 | ** |
| Int PxSxE | 10 | 288,22 | 28,82 | 1,92 | 0,06 | ns |
| Error | 70 | 1049,43 | 14,99 | 1,00 | 0,50 | ns |
| CV % | | | 51,00 | | | |
| Media | | | 7,59 | | | |

Elaborado por: Moncada, 2018.

** : Diferencias altamente significativas; * : Diferencias significativas; ns : Diferencias no significativas.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el número de raíces secundarias de las plantas de capulí, se estableció que los sustratos presentan dos rangos de significancia (a-b), el sustrato 1 alcanzó el rango “a” con la media más alta de 8,48, mientras que el sustrato 2 se ubicó en el rango “b” con la media más baja de 6,70 (Tabla 53).

Tabla 53. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de raíces secundarias de las plantas de *P.serotina* según los sustratos.

| Sustratos | Media | Grupo |
|-----------|-------|-------|
| S1 | 8,48 | a |
| S2 | 6,70 | b |

Elaborado por: Moncada, 2018.

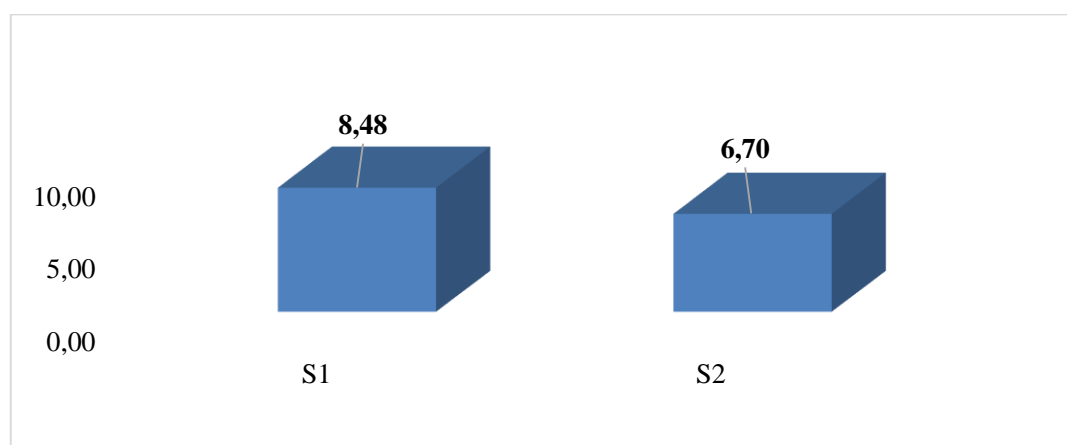


Gráfico 33. Comparación de medias para el número de raíces secundarias de las plantas de *P.serotina* según los sustratos.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el número de raíces secundarias de las plantas de capulí, se estableció que para la interacción entre sustrato y escarificación presenta tres rangos de significancia (a-b-c), en donde S1E1 alcanzó el rango “a” con la media de 10,72, mientras que S2E1 se ubicó en el rango “c” con la media más baja de 5,72 (Tabla 54).

Tabla 54. Separación de medias según Tukey al 5% para el número de raíces secundarias de las plantas de *P.serotina* según la interacción entre sustrato y escarificación.

| Int. SxE | Media | Grupo |
|----------|-------|-------|
| S1E1 | 10,72 | a |
| S2E2 | 8,44 | b |
| S1E3 | 8,39 | b |
| S1E2 | 6,33 | c |
| S2E3 | 5,94 | c |
| S2E1 | 5,72 | c |

Elaborado por: Moncada, 2018.

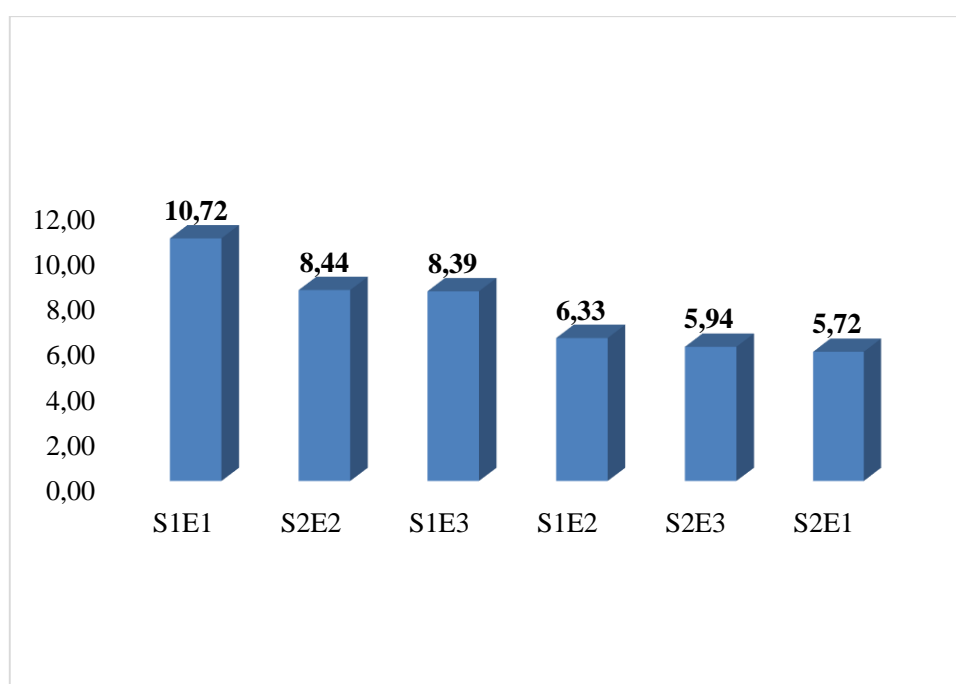


Gráfico 34. Comparación de medias para el número de raíces secundarias de las plantas de *P.serotina* según la interacción entre sustrato y escarificación.

VI. CONCLUSIONES

1. Para el porcentaje de emergencia de las semillas de *P.serotina* el mejor tratamiento fue la procedencia 6 (Centro) más el sustrato 1 (Tierra negra, turba, humus, tierra agrícola, cascarilla de arroz) y más la escarificación 3 (semillas a intemperie) alcanzando el 100% de emergencia de la semilla.
2. En el crecimiento inicial de las plantas de *P.serotina*, para la valoración de las variables altura, diámetro al cuello y número de hojas, el mejor sustrato fue el 1 (tierra negra 20%, turba 40%, humus 20%, cascarilla de arroz 10%, tierra agrícola 10%), presentando una media para la variable altura a los 60 días luego del repique de 11,84cm; para el diámetro al cuello 1,64 mm y para el número de hojas de 8,89; en cambio en el sustrato 2 (humus 75%, arena 25%) la media de altura fue 9,17cm; diámetro al cuello 1,37 mm y número de hojas 6,91.
3. Para la variable altura el mejor tratamiento fue el 20 (P4S1E2) y el de menor resultado el tratamiento 10 (P2S2E1); el diámetro al cuello el mejor tratamiento fue el 20 (P4S1E2) mientras que el peor fue el tratamiento 34 (P6S2E1); número de hojas el que sobresalió fue el tratamiento 14 (P3S1E2) y el menor fue el tratamiento 28 (P5S2E1). Concluyendo de esta forma que el sustrato 1 (tierra negra 20%, turba 40%, humus 20%, cascarilla de arroz 10%, tierra agrícola 10%) más la escarificación 2 (inmersión de las semillas en agua caliente de 80 a 90°C y dejar en reposo en el agua por 24 horas) componen el mejor tratamiento pre germinativo.
4. Puesto que cada una de las procedencias en estudio sobresale en las distintas variables evaluadas no se puede elegir cual es la mejor, pero se puede concluir que la de menor desarrollo en cuanto a porcentaje de emergencia, altura de la planta, diámetro al cuello, número de hojas, longitud de la raíz principal y número de raíces secundarias fue la procedencia 5 (Zona libre).

VII. RECOMENDACIONES

1. En cuanto a la emergencia de la semilla de *P.serotina* se recomienda usar sustratos que contengan diferentes componentes, debido a que el sustrato 1 (tierra negra 20%, turba 40%, humus 20%, cascarilla de arroz 10%, tierra agrícola 10%) fue el mejor en el ensayo realizado.
2. La escarificación física que sobresalió en el ensayo realizado fue la escarificación 2 (inmersión de la semilla en agua caliente entre 80 a 90°C y dejar reposar por 24 horas), pero se recomienda realizar ensayos con la escarificación 3 (semilla a intemperie por 8 días) puesto que esta escarificación es la que obtuvo buenos resultados después de la anteriormente mencionada.
3. Para la toma de datos dentro del umbráculo, se recomienda tomar datos a los 30, 60, 90, 120 y 150 días, para obtener significancia entre las variables evaluadas y de esta manera monitorear a los mejores tratamientos en estudio.
4. Mantener las plantas de capulí bajo condiciones de umbráculo hasta los 4 meses, luego retirar el zarán en forma gradual, y en base a sus crecimiento establecer un ensayo a campo abierto para su seguimiento y monitoreo.

VIII. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación propone: evaluar dos sustratos y tres tratamientos pre-germinativos en semillas de *Prunus serotina* con seis procedencias en el vivero de la Facultad de Recursos Naturales-ESPOCH; para ello se aplicó un diseño experimental trifactorial con 36 tratamientos y 3 repeticiones, dando un total de 108 unidades experimentales, en la que se colocó 25 semillas por unidad. En este trabajo se registró datos del porcentaje de emergencia, altura, diámetro del cuello, número de hojas 8 días después del repique, a los 30 y 60 días, longitud de raíz y número de raíces secundarias. Para el porcentaje de emergencia, altura, diámetro al cuello, número de hojas, longitud de raíces y número de raíces secundarias se encontró que el mejor sustrato fue 1 (tierra negra 20%, turba 40%, humus 20%, cascarilla de arroz 10%, tierra agrícola 10%) presentando un porcentaje de emergencia 100%, una media para la variable altura a los 60 días luego del repique de 11,84cm; para el diámetro al cuello 1,64 mm y para el número de hojas de 8,89; longitud de raíz 17,67cm y número de raíces secundarias 12; en base a los resultados obtenidos se determinó que el mejor tratamiento pre-germinativo fue el sustrato 1 (tierra negra 20%, turba 40%, humus 20%, cascarilla de arroz 10%, tierra agrícola 10%) más la escarificación 2 (inmersión de las semillas en agua caliente de 80 a 90°C y dejar en reposo por 24 horas). En lo que corresponde a la procedencia cada una destacó en las diferentes variables evaluadas excepto la procedencia 5 (centro) que se ubicó al final de los cuadros de separación de medias según Tukey al 5%.

Palabra clave: SUSTRATOS - TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS – SEMILLAS – VIVERO.

Por: Jennifer Moncada

IX. SUMMARY

In the present investigation work proposes: to evaluate two substrates and three pre-germinative treatments in *Prunus serotina* seeds with six origins at Natural Resources Faculty – ESPOCH vivarium ; for this, a trifactorial experimental design was applied with 36 treatments and 3 repetitions, giving a total of 108 experimental units, in which 25 seeds per unit were placed. In this work we recorded data on the emergence percentage, height, neck diameter , leaves number 8 days after the peal, at 30 and 60 days, root length and number of secondary roots. For the emergence percentage, height, neck diameter, leaves number, roots length and number of secondary roots it was found that the best substrate was 1 (black soil 20%, peat 40%, humus 20%, rice husk 10%, agricultural land 10%)presenting an emergency percentage of 100%, a mean for the variable height at 60 days after the peal of 11.84 cm; for the neck diameter 1,64 mm and for the leaves number 8,89; root length 17.67 cm and number of secondary roots 12; Based on the results obtained, it was determined that the best pre-germinative treatment was substrate 1 (black soil 20%, peat 40%, humus 20%, rice husk 10%, agricultural land 10%) plus scarification 2 (seeds immersion in hot water of 80 to 90 ° C and leave in rest for 24 hours). In what corresponds to the provenance each one stood out the different variables evaluated except the provenance 5 (center) that was located at the end of the media separation tables according to Tukey at 5%.

Key Word: SUBSTRATES - PRE-GERMINATIVE TREATMENTS - SEEDS - VIVARIUM



IX. BIBLIOGRAFIA

- Azas, R. (2016). *Evaluación del tratamiento de los efectos pregerminativos en semillas de Nogal en el recinto Pumin. (Tesis de grado Ingeniero Agropecuario)*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Santo Domingo. Recuperado el 10 de noviembre, 2018, de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10697/1/T-ESPE-002791.pdf>
- Botánica Online. (2010). *Escarificación química*. Recuperado el 14 de abril, 2018, de Escarificación química: <http://www.botanica-online.com/escarificacion.htm>
- Calderón, A. (2006). *Sustratos Agrícolas*. Recuperado el 14 de abril, 2018, de <http://www.biosustratos.cl/pdf/Sustratos%20agricolas1.pdf>
- Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas. (1992). *Usos Tradicionales de las Especies Forestales Nativas en el Ecuador*. Recuperado el 10 de mayo, 2018, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6555/1/131163.pdf>
- Chicaiza, S. P. (2012). *Escarificación mecánica y química como tratamiento pregerminativos en semillas de olivo. (Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo)*. Universidad Técnica de Ambato, Cevallos. Recuperado el 25 de julio, 2018, de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2224/1/Tesis-26agr.pdf>
- Chisaguano, L. A. (2012, 05). *Evaluación de la aplicación de tres productos inductores de brotación en capulí(Prunus capuli). (Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo)*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Salcedo. Recuperado el 12 de septiembre, 2018, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/750/1/T-UTC-0579.pdf>
- Comisión Nacional para el conocimiento y el uso de la biodiversidad. (2012). *Prunus Serotina*. Recuperado el 14 de abril, 2018, de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/60-rosac6m.pdf
- Departamento Técnico Adama Andina. (2015). *Fungicida para uso agrícola Vitavax*. Recuperado el 9 de noviembre, 2018, de https://www.adama.com/documents/392363/398678/FT+VITAVAX+400+WP_tcm104-56830.pdf
- Diario el Comercio. (2012, febrero 25). El capuli es un fruto andino que se desarrolla y degusta en la serranía. Recuperado el 10 de septiembre, 2018, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/capuli-fruto-andino-que-se.html>
- Flores. (1994). *Manual del Extensionista Forestal Andino. Tomo I. Proyecto regional. Desarrollo Forestal Participativo de los Andes*. Quito: FAO-Holanda. Recuperado el 20 de mayo, 2018, de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/004583/info/pdf/manual1.pdf>

- Flores. (2008). *Estudio del capulí e introducción en la cocina de la sierra ecuatoriana*. Quito. Recuperado el 10 de marzo, 2018, de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11302/1/34432_1.pdf
- Fuller, J., & Ritchie, D. (1984). *Botánica general*. México, Compañía editorial continental.
- Fundación Universitaria Iberoamericana. (s.f.). *Composición nutricional del capulí*. Recuperado el 14 de abril, 2018, de <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/CAPULI5>
- Gadolfi, A. (2013). *Ajuste metodológico para la producción de plantines hortícolas y florales en el Departamento Federación, provincia de Entre Ríos*. Universidad Nacional del Litoral. Recuperado el 08 de noviembre, 2018, de <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/tesis/handle/11185/486>
- Gaibor, K. B. (2017). *Identificación y descripción de las características anatómicas de la madera de Prunus serotina (capuli)*. (Tesis de grado de Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Recuperado el 15 de septiembre, 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6683/1/33T0167.pdf>
- Gallo, R., & Viana, O. (2005). *Evaluación Agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantines de tomate Lycopersicum esculentum* (Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo). Recuperado el 14 de abril, 2018, de <http://164.73.52.13/iah/textostesis/2005/3363gal1.pdf>
- García, M. (2006). *Sustrato para la producción de plantines hortícolas*. Recuperado el 14 de abril, 2018, de <http://tesis.deSustratos%20organicos%20horticultura.pdf>
- González, Y. (2008). *Efecto del agua caliente en la germinación de la semillas de Leucaena leucocephala*. Recuperado el 22 de octubre, 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942008000100004
- Hidalgo, P., Sindoni, M., & Mendez, J. (2009). *Importancia de la selección y manejo adecuado de sustratos en la producción de plantas frutales*. Instituto Nacional de investigaciones Agrícolas, Monaga. Recuperado el 02 de noviembre, 2018, de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-ImportanciaDeLaSeleccionYManejoAdecuadoDeSustratos-3308197.pdf>
- Hlatky, A. (1990). *El Capulí: Informe preliminar de dos variedades y cuatro sistemas de formación*. Quito: INIAP.
- Información Agrícola. (2010). *Cultivo de Tomate*. Recuperado el 14 de abril, 2018, de <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento>.
- Inforural. (2013, diciembre). *Escarificación de semillas, garantía de calidad*. Recuperado el 10 de noviembre, 2018, de <https://www.inforural.com.mx/escarificacion-de-semillas-garantia-de-calidad/>

- Lema, M. (2012). *Propagación de sachá capulí *Vallea stipularis* utilizando cuatro bioestimulantes en tres sustratos, bajo invernadero*. (Tesis de grado de Ingeniero Forestal). Recuperado el 10 de octubre, 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2212>
- Ministerio del Ambiente. (2001). *Manual Técnico para el establecimiento y manejo integral de las áreas verdes urbanas del distrito federal. Plantación y Propagación de plantas*. Recuperado el 15 de julio, 2018, de http://centro.paot.org.mx/documentos/sma/manual_manejo_areas_verdes_folleto_practico.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental*. Recuperado el 20 de octubre, 2018, de http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf
- Mcvaugh, R. (1951). *Prunus serotina subsp. capuli*. Recuperado el 15 de septiembre, 2018, de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/60-rosac6m.pdf
- Moncayo, R. (2017). *Análisis de la diversidad genética del capulí (*Prunus serotina*), en la región Andina del Ecuador, utilizando marcadores moleculares AFLP*. (Tesis de grado de Ingeniero Bioquímico). Universidad San Francisco de Quito. Recuperado el 08 de septiembre, 2018, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6555/1/131163.pdf>
- Nuez, F. (2001). *El cultivo de Tomate*. México: Mundi-Prensa.
- Ortega, L., Josset, S., Díaz, R., & Ocampo, J. (2010). *Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate*. Mexico: Sistema de Información Científica. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Recuperado el 02 de noviembre, 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005.pdf>
- Pacheco, G. J. (2009). *Estudio Farmacológico, toxicidad y perfil fenológico del fruto "capulin" (*Prunus serotina*)*. Recuperado el 20 de agosto, 2018, de <https://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2010/12%20Verano%20Ciencia%20Region%20Centro/UAQ%20Pacheco%20Uribe%20-%20Jimenez%20Barcenass.pdf>
- Palacios, W. (2011). *Árboles del Ecuador*. Quito, Ecuador: Grupo Comunicacional Efigie. Recuperado el 10 de julio, 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6683/1/33T0167.pdf>
- Popenoe, W., & Pachano, A. (1922). *The capulin cherry*. *Journal of Heredity*.
- Quiroga, J. (2016). *Evaluación de tiempo y porcentaje de germinación con diferentes técnicas pre-germinativas en semillas de especies heliófitas nativas del parque nacional natural Serranía de los Yarigués del Municipio del Carmen*. (Tesis de

- grado de Tecnólogo Agroforestal*). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Medio Ambiente. Recuperado el 03 de noviembre, 2018, de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/6018/1/1095794657.pdf>
- Quisphe, J. (2009). *Evaluación de seis tratamientos pregerminativos y cuatro tipos de sustratos para la propagación de arupo. (Tesis de grado de Ingeniero Forestal)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Recuperado el 02 de noviembre, 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/708/1/33T0062.pdf>
- Roca, A. (2017). *Elementos del Suelo esenciales para las plantas*. Recuperado el 08 de noviembre, 2018, de http://www.infoagro.com/abonos/elementos_suelo_esenciales_plantas.htm
- Sanchez, P., & Viteri, J. (1981). *Estudio de frutales de hoja caduca en el cantón Ambato. Tesis de Grado*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Sierra, C. (2017). *El manganeso, el suelo y las plantas*. (E. mercurio, Editor) Recuperado el 08 de noviembre, 2018, de <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2016/03/09/El-manganeso-el-suelo-y-las-plantas.aspx>
- Socay. (2009). *Agricultura ecológica*. (Tesis de grado de Ingeniería Agronómica) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado el 14 de agosto, 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6650/1/13T0842.pdf>
- Suarez, F. (1985). *Evaluación de calidad y comportamiento de la semilla de Junglans neotropica. Diels. Recolectadas en la provincia de Chimborazo, Tungurahua y Azuay*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Tejero, S. (2012). *Funciones de los elementos nutritivos en las plantas*. Recuperado el 08 de noviembre, 2018, de <http://cibergarden.blogspot.com/2012/11/funciones-de-los-elementos-nutritivos.html>
- Urcuango, P. (2014). *Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación "in vitro" de capulí. (Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo)*. Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 12 de septiembre, 2018, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3374/1/T-UCE-0004-102.pdf>

X. ANEXOS

Anexo 1. Recolección de semillas de capulí



Anexo 2. Toma de las características organolépticas de los frutos de capulí.

Se tomó como muestra 10 frutos y se sacó un promedio.



Anexo 3. Características organolépticas de seis procedencias de capulí.

| Procedencia | Peso | G. Brix | Diámetro | Longitud | Sabor | Color Fruto | Color Pulpa |
|-------------|-------|---------|----------|----------|-----------|--------------|-------------|
| | (g) | | (mm) | (mm) | | | |
| Uno | 37 | 19 | 19,4 | 16,34 | Sin Sabor | Rojizo | verde |
| Dos | 32,33 | 23,67 | 12,89 | 10,64 | Sin Sabor | Negro | verde |
| Tres | 29 | 23 | 16,91 | 15,59 | Dulce | Negro rojizo | verde |
| Cuatro | 12 | 25,67 | 11,92 | 11,13 | Dulce | Negro | verde |
| Cinco | 15,33 | 23,33 | 13,2 | 12,65 | Dulce | Negro | verde Claro |
| Seis | 22,67 | 22 | 14,09 | 13,16 | Dulce | Negro | verde |

Elaborado por: Moncada, 2018

Anexo 4. Mezcla del sustrato.

Desinfección con vitavax.



Anexo 5. Escarificación física de las semillas de capulí.**Anexo 6. Preparación de las camas**

Anexo 7. Desinfección de las semillas con vitavax.



Anexo 8. Diseño experimental aplicado en campo.

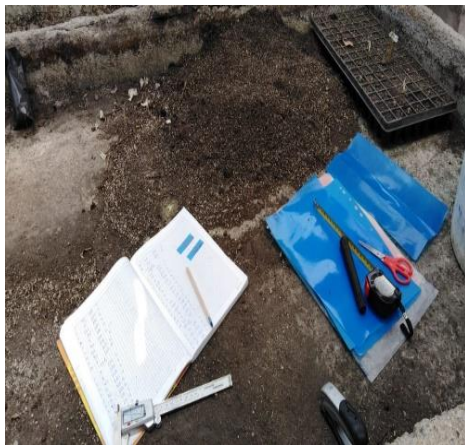


Anexo 9. Riego**Anexo 10. Contabilidad de emergencia de semillas de capulí**

Anexo 11. Repique de plántulas de capulí



Anexo 12. Toma de datos



Anexo 13. Datos de porcentaje de emergencia de las semillas de *P.serotina*.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|--------|--------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| P1 | S1 | E2 | 100,00 | 84,00 | 64,00 |
| P1 | S1 | E3 | 88,00 | 100,00 | 100,00 |
| P1 | S2 | E1 | 76,00 | 84,00 | 48,00 |
| P1 | S2 | E2 | 92,00 | 100,00 | 100,00 |
| P1 | S2 | E3 | 96,00 | 100,00 | 76,00 |
| P2 | S1 | E1 | 96,00 | 96,00 | 92,00 |
| P2 | S1 | E2 | 64,00 | 72,00 | 92,00 |
| P2 | S1 | E3 | 24,00 | 12,00 | 20,00 |
| P2 | S2 | E1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| P2 | S2 | E2 | 96,00 | 92,00 | 100,00 |
| P2 | S2 | E3 | 80,00 | 56,00 | 64,00 |
| P3 | S1 | E1 | 100,00 | 84,00 | 80,00 |
| P3 | S1 | E2 | 96,00 | 88,00 | 84,00 |
| P3 | S1 | E3 | 84,00 | 96,00 | 92,00 |
| P3 | S2 | E1 | 96,00 | 80,00 | 100,00 |
| P3 | S2 | E2 | 88,00 | 100,00 | 84,00 |
| P3 | S2 | E3 | 100,00 | 100,00 | 92,00 |
| P4 | S1 | E1 | 88,00 | 88,00 | 96,00 |
| P4 | S1 | E2 | 96,00 | 92,00 | 68,00 |
| P4 | S1 | E3 | 88,00 | 80,00 | 100,00 |
| P4 | S2 | E1 | 92,00 | 80,00 | 72,00 |
| P4 | S2 | E2 | 96,00 | 96,00 | 88,00 |
| P4 | S2 | E3 | 88,00 | 80,00 | 92,00 |
| P5 | S1 | E1 | 96,00 | 84,00 | 100,00 |
| P5 | S1 | E2 | 100,00 | 40,00 | 92,00 |
| P5 | S1 | E3 | 92,00 | 96,00 | 100,00 |
| P5 | S2 | E1 | 16,00 | 84,00 | 100,00 |
| P5 | S2 | E2 | 88,00 | 84,00 | 100,00 |
| P5 | S2 | E3 | 88,00 | 84,00 | 64,00 |
| P6 | S1 | E1 | 76,00 | 100,00 | 100,00 |
| P6 | S1 | E2 | 92,00 | 100,00 | 100,00 |
| P6 | S1 | E3 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| P6 | S2 | E1 | 96,00 | 92,00 | 32,00 |
| P6 | S2 | E2 | 92,00 | 100,00 | 88,00 |
| P6 | S2 | E3 | 88,00 | 88,00 | 96,00 |

Anexo 14. Datos de la variable altura tomada a los 8 días luego del repique.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|------|------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 5,47 | 4,98 | 5,20 |
| P1 | S1 | E2 | 5,40 | 5,12 | 5,61 |
| P1 | S1 | E3 | 8,07 | 7,09 | 5,99 |
| P1 | S2 | E1 | 5,81 | 6,18 | 5,42 |
| P1 | S2 | E2 | 5,93 | 6,43 | 5,93 |
| P1 | S2 | E3 | 7,10 | 6,77 | 6,25 |
| P2 | S1 | E1 | 6,11 | 5,49 | 6,01 |
| P2 | S1 | E2 | 6,27 | 6,76 | 6,53 |
| P2 | S1 | E3 | 7,99 | 7,94 | 7,35 |
| P2 | S2 | E1 | 6,42 | 6,06 | 5,21 |
| P2 | S2 | E2 | 7,20 | 7,00 | 6,40 |
| P2 | S2 | E3 | 6,84 | 6,23 | 5,66 |
| P3 | S1 | E1 | 7,41 | 6,87 | 7,36 |
| P3 | S1 | E2 | 7,10 | 7,09 | 5,32 |
| P3 | S1 | E3 | 7,19 | 8,06 | 7,65 |
| P3 | S2 | E1 | 6,96 | 6,32 | 6,65 |
| P3 | S2 | E2 | 6,67 | 6,47 | 6,00 |
| P3 | S2 | E3 | 8,31 | 6,08 | 5,92 |
| P4 | S1 | E1 | 8,32 | 7,42 | 7,49 |
| P4 | S1 | E2 | 8,27 | 7,93 | 6,79 |
| P4 | S1 | E3 | 8,38 | 6,67 | 7,47 |
| P4 | S2 | E1 | 9,36 | 8,02 | 6,64 |
| P4 | S2 | E2 | 7,82 | 6,51 | 6,43 |
| P4 | S2 | E3 | 9,14 | 7,62 | 6,84 |
| P5 | S1 | E1 | 7,25 | 8,46 | 7,73 |
| P5 | S1 | E2 | 7,31 | 7,45 | 7,59 |
| P5 | S1 | E3 | 7,76 | 8,66 | 6,69 |
| P5 | S2 | E1 | 8,04 | 7,24 | 7,81 |
| P5 | S2 | E2 | 8,15 | 7,71 | 7,48 |
| P5 | S2 | E3 | 8,69 | 7,11 | 7,98 |
| P6 | S1 | E1 | 7,97 | 6,95 | 6,71 |
| P6 | S1 | E2 | 5,91 | 7,01 | 6,47 |
| P6 | S1 | E3 | 7,69 | 6,92 | 8,23 |
| P6 | S2 | E1 | 7,71 | 7,02 | 7,02 |
| P6 | S2 | E2 | 6,31 | 6,43 | 6,95 |
| P6 | S2 | E3 | 8,29 | 6,51 | 6,98 |

Anexo 15. Datos de la variable diámetro del cuello de la planta tomada a los 8 días luego del repique.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|------|------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 1,22 | 1,11 | 1,12 |
| P1 | S1 | E2 | 1,15 | 1,09 | 1,11 |
| P1 | S1 | E3 | 1,16 | 1,35 | 1,26 |
| P1 | S2 | E1 | 1,22 | 1,35 | 1,16 |
| P1 | S2 | E2 | 1,35 | 1,18 | 1,27 |
| P1 | S2 | E3 | 1,25 | 1,14 | 1,22 |
| P2 | S1 | E1 | 1,09 | 1,24 | 1,20 |
| P2 | S1 | E2 | 1,20 | 1,20 | 1,02 |
| P2 | S1 | E3 | 1,34 | 1,44 | 1,34 |
| P2 | S2 | E1 | 1,46 | 1,46 | 1,27 |
| P2 | S2 | E2 | 1,40 | 1,45 | 1,20 |
| P2 | S2 | E3 | 1,55 | 1,43 | 1,23 |
| P3 | S1 | E1 | 1,32 | 1,18 | 1,24 |
| P3 | S1 | E2 | 1,04 | 1,23 | 1,05 |
| P3 | S1 | E3 | 1,23 | 1,31 | 0,91 |
| P3 | S2 | E1 | 1,49 | 1,26 | 1,18 |
| P3 | S2 | E2 | 1,34 | 1,23 | 1,29 |
| P3 | S2 | E3 | 1,31 | 1,21 | 1,33 |
| P4 | S1 | E1 | 1,27 | 1,23 | 1,28 |
| P4 | S1 | E2 | 1,12 | 1,21 | 1,27 |
| P4 | S1 | E3 | 1,25 | 0,85 | 1,16 |
| P4 | S2 | E1 | 1,42 | 1,37 | 1,21 |
| P4 | S2 | E2 | 1,27 | 1,23 | 1,25 |
| P4 | S2 | E3 | 1,33 | 1,27 | 1,28 |
| P5 | S1 | E1 | 1,11 | 1,35 | 1,18 |
| P5 | S1 | E2 | 1,12 | 1,33 | 1,11 |
| P5 | S1 | E3 | 1,28 | 1,20 | 1,52 |
| P5 | S2 | E1 | 1,37 | 1,24 | 1,32 |
| P5 | S2 | E2 | 1,27 | 1,24 | 1,22 |
| P5 | S2 | E3 | 1,31 | 1,37 | 1,26 |
| P6 | S1 | E1 | 1,08 | 1,14 | 1,12 |
| P6 | S1 | E2 | 1,07 | 1,17 | 1,11 |
| P6 | S1 | E3 | 1,15 | 1,04 | 1,13 |
| P6 | S2 | E1 | 1,28 | 1,32 | 1,15 |
| P6 | S2 | E2 | 1,22 | 1,24 | 1,21 |
| P6 | S2 | E3 | 1,21 | 1,07 | 1,04 |

Anexo 16. Datos de la variable número de hojas tomada a los 8 días luego del repique.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|------|------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 3,71 | 3,63 | 4,06 |
| P1 | S1 | E2 | 3,94 | 4,38 | 3,63 |
| P1 | S1 | E3 | 4,13 | 3,81 | 4,19 |
| P1 | S2 | E1 | 3,56 | 3,85 | 3,69 |
| P1 | S2 | E2 | 3,19 | 4,31 | 3,63 |
| P1 | S2 | E3 | 4,25 | 3,80 | 3,44 |
| P2 | S1 | E1 | 4,31 | 4,38 | 4,19 |
| P2 | S1 | E2 | 3,87 | 3,85 | 3,63 |
| P2 | S1 | E3 | 3,81 | 4,94 | 4,31 |
| P2 | S2 | E1 | 3,69 | 4,06 | 3,00 |
| P2 | S2 | E2 | 3,75 | 4,50 | 3,66 |
| P2 | S2 | E3 | 3,50 | 3,27 | 3,14 |
| P3 | S1 | E1 | 4,94 | 4,75 | 4,19 |
| P3 | S1 | E2 | 4,25 | 4,31 | 3,75 |
| P3 | S1 | E3 | 4,56 | 4,50 | 3,69 |
| P3 | S2 | E1 | 4,19 | 4,63 | 3,40 |
| P3 | S2 | E2 | 3,88 | 3,81 | 3,94 |
| P3 | S2 | E3 | 4,50 | 2,71 | 4,17 |
| P4 | S1 | E1 | 4,19 | 4,06 | 3,44 |
| P4 | S1 | E2 | 3,56 | 3,56 | 3,50 |
| P4 | S1 | E3 | 3,69 | 3,44 | 4,75 |
| P4 | S2 | E1 | 4,63 | 4,38 | 3,47 |
| P4 | S2 | E2 | 3,47 | 3,53 | 2,62 |
| P4 | S2 | E3 | 4,00 | 3,93 | 4,31 |
| P5 | S1 | E1 | 3,25 | 4,00 | 3,63 |
| P5 | S1 | E2 | 3,44 | 3,50 | 3,75 |
| P5 | S1 | E3 | 4,00 | 4,44 | 3,38 |
| P5 | S2 | E1 | 3,29 | 3,93 | 3,29 |
| P5 | S2 | E2 | 3,68 | 2,94 | 3,27 |
| P5 | S2 | E3 | 3,94 | 3,27 | 3,07 |
| P6 | S1 | E1 | 3,88 | 3,81 | 3,75 |
| P6 | S1 | E2 | 3,75 | 4,00 | 3,75 |
| P6 | S1 | E3 | 3,81 | 3,75 | 4,00 |
| P6 | S2 | E1 | 3,38 | 3,50 | 3,13 |
| P6 | S2 | E2 | 3,60 | 3,63 | 3,62 |
| P6 | S2 | E3 | 3,47 | 3,31 | 3,50 |

Anexo 17. Datos de la variable altura tomada a los 30 días luego del repique.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|-------|-------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 8,03 | 8,14 | 8,25 |
| P1 | S1 | E2 | 7,89 | 7,85 | 7,26 |
| P1 | S1 | E3 | 8,50 | 8,42 | 8,19 |
| P1 | S2 | E1 | 7,24 | 7,62 | 6,97 |
| P1 | S2 | E2 | 7,33 | 8,07 | 7,26 |
| P1 | S2 | E3 | 8,26 | 8,29 | 7,50 |
| P2 | S1 | E1 | 8,00 | 8,19 | 7,94 |
| P2 | S1 | E2 | 7,89 | 8,47 | 7,35 |
| P2 | S1 | E3 | 9,47 | 9,61 | 8,49 |
| P2 | S2 | E1 | 7,70 | 7,52 | 6,34 |
| P2 | S2 | E2 | 8,58 | 8,57 | 7,94 |
| P2 | S2 | E3 | 8,51 | 7,45 | 6,87 |
| P3 | S1 | E1 | 8,39 | 8,29 | 8,62 |
| P3 | S1 | E2 | 7,99 | 8,50 | 6,46 |
| P3 | S1 | E3 | 8,86 | 9,23 | 8,90 |
| P3 | S2 | E1 | 8,69 | 7,49 | 7,56 |
| P3 | S2 | E2 | 7,44 | 7,33 | 7,17 |
| P3 | S2 | E3 | 9,15 | 7,76 | 8,02 |
| P4 | S1 | E1 | 9,74 | 8,99 | 8,60 |
| P4 | S1 | E2 | 9,40 | 9,22 | 8,14 |
| P4 | S1 | E3 | 9,86 | 8,32 | 8,79 |
| P4 | S2 | E1 | 10,59 | 9,19 | 6,72 |
| P4 | S2 | E2 | 9,34 | 7,80 | 7,70 |
| P4 | S2 | E3 | 10,24 | 8,92 | 8,05 |
| P5 | S1 | E1 | 9,10 | 9,90 | 8,93 |
| P5 | S1 | E2 | 8,81 | 9,49 | 8,82 |
| P5 | S1 | E3 | 9,07 | 10,33 | 8,11 |
| P5 | S2 | E1 | 9,52 | 8,64 | 9,99 |
| P5 | S2 | E2 | 9,60 | 9,14 | 8,35 |
| P5 | S2 | E3 | 9,75 | 8,73 | 10,08 |
| P6 | S1 | E1 | 9,10 | 8,34 | 8,19 |
| P6 | S1 | E2 | 7,68 | 8,76 | 7,91 |
| P6 | S1 | E3 | 8,99 | 7,92 | 9,63 |
| P6 | S2 | E1 | 9,22 | 8,28 | 8,08 |
| P6 | S2 | E2 | 7,65 | 8,11 | 8,25 |
| P6 | S2 | E3 | 9,57 | 8,03 | 8,10 |

Anexo 18. Datos de la variable diámetro del cuello tomada a los 30 días luego del repique.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|------|------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 1,42 | 1,30 | 1,32 |
| P1 | S1 | E2 | 1,36 | 1,31 | 1,30 |
| P1 | S1 | E3 | 1,35 | 1,52 | 1,42 |
| P1 | S2 | E1 | 1,36 | 1,50 | 1,28 |
| P1 | S2 | E2 | 1,49 | 1,29 | 1,42 |
| P1 | S2 | E3 | 1,40 | 1,35 | 1,22 |
| P2 | S1 | E1 | 1,37 | 1,41 | 1,37 |
| P2 | S1 | E2 | 1,39 | 1,31 | 1,16 |
| P2 | S1 | E3 | 1,49 | 1,59 | 1,45 |
| P2 | S2 | E1 | 1,47 | 1,47 | 1,28 |
| P2 | S2 | E2 | 1,48 | 1,53 | 1,29 |
| P2 | S2 | E3 | 1,56 | 1,44 | 1,25 |
| P3 | S1 | E1 | 1,44 | 1,33 | 1,37 |
| P3 | S1 | E2 | 1,21 | 1,37 | 1,20 |
| P3 | S1 | E3 | 1,38 | 1,43 | 1,10 |
| P3 | S2 | E1 | 1,49 | 1,27 | 1,20 |
| P3 | S2 | E2 | 1,34 | 1,24 | 1,31 |
| P3 | S2 | E3 | 1,31 | 1,22 | 1,34 |
| P4 | S1 | E1 | 1,38 | 1,37 | 1,41 |
| P4 | S1 | E2 | 1,39 | 1,35 | 1,42 |
| P4 | S1 | E3 | 1,45 | 1,23 | 1,34 |
| P4 | S2 | E1 | 1,42 | 1,38 | 1,23 |
| P4 | S2 | E2 | 1,27 | 1,23 | 1,26 |
| P4 | S2 | E3 | 1,33 | 1,29 | 1,29 |
| P5 | S1 | E1 | 1,37 | 1,50 | 1,33 |
| P5 | S1 | E2 | 1,33 | 1,46 | 1,25 |
| P5 | S1 | E3 | 1,38 | 1,35 | 1,29 |
| P5 | S2 | E1 | 1,37 | 1,34 | 1,34 |
| P5 | S2 | E2 | 1,35 | 1,27 | 1,22 |
| P5 | S2 | E3 | 1,31 | 1,37 | 1,27 |
| P6 | S1 | E1 | 1,22 | 1,33 | 1,24 |
| P6 | S1 | E2 | 1,20 | 1,27 | 1,24 |
| P6 | S1 | E3 | 1,30 | 1,19 | 1,24 |
| P6 | S2 | E1 | 1,28 | 1,34 | 1,15 |
| P6 | S2 | E2 | 1,22 | 1,25 | 1,27 |
| P6 | S2 | E3 | 1,21 | 1,07 | 1,04 |

Anexo 19. Datos de la variable número de hojas a los 30 días luego del repique.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|------|------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 6,81 | 6,06 | 6,31 |
| P1 | S1 | E2 | 6,00 | 6,19 | 5,50 |
| P1 | S1 | E3 | 5,93 | 5,88 | 6,25 |
| P1 | S2 | E1 | 5,31 | 5,92 | 4,92 |
| P1 | S2 | E2 | 5,63 | 6,38 | 5,69 |
| P1 | S2 | E3 | 6,31 | 5,73 | 5,44 |
| P2 | S1 | E1 | 6,54 | 6,07 | 6,56 |
| P2 | S1 | E2 | 6,08 | 5,98 | 5,81 |
| P2 | S1 | E3 | 5,88 | 7,06 | 6,31 |
| P2 | S2 | E1 | 5,63 | 6,06 | 5,00 |
| P2 | S2 | E2 | 5,75 | 6,56 | 5,70 |
| P2 | S2 | E3 | 5,63 | 5,60 | 5,07 |
| P3 | S1 | E1 | 7,13 | 6,81 | 6,67 |
| P3 | S1 | E2 | 6,06 | 6,47 | 5,38 |
| P3 | S1 | E3 | 7,20 | 7,44 | 5,69 |
| P3 | S2 | E1 | 6,25 | 6,63 | 5,40 |
| P3 | S2 | E2 | 5,88 | 6,00 | 6,13 |
| P3 | S2 | E3 | 6,50 | 4,57 | 6,33 |
| P4 | S1 | E1 | 6,27 | 6,07 | 5,50 |
| P4 | S1 | E2 | 5,50 | 5,50 | 5,63 |
| P4 | S1 | E3 | 5,64 | 4,67 | 7,07 |
| P4 | S2 | E1 | 6,69 | 6,44 | 5,47 |
| P4 | S2 | E2 | 5,47 | 5,60 | 4,92 |
| P4 | S2 | E3 | 5,81 | 5,71 | 6,15 |
| P5 | S1 | E1 | 5,30 | 6,31 | 5,87 |
| P5 | S1 | E2 | 5,64 | 6,44 | 6,31 |
| P5 | S1 | E3 | 6,06 | 6,57 | 5,50 |
| P5 | S2 | E1 | 5,21 | 6,05 | 4,71 |
| P5 | S2 | E2 | 5,69 | 5,19 | 5,00 |
| P5 | S2 | E3 | 5,94 | 5,00 | 5,07 |
| P6 | S1 | E1 | 6,00 | 6,07 | 6,06 |
| P6 | S1 | E2 | 6,06 | 6,31 | 6,19 |
| P6 | S1 | E3 | 6,69 | 5,81 | 7,06 |
| P6 | S2 | E1 | 5,56 | 5,63 | 5,13 |
| P6 | S2 | E2 | 5,60 | 5,50 | 5,75 |
| P6 | S2 | E3 | 5,60 | 5,38 | 5,25 |

Anexo 20. Datos de la variable altura tomada a los 60 días luego del repique.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|-------|-------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 10,69 | 11,35 | 10,40 |
| P1 | S1 | E2 | 10,10 | 8,46 | 7,97 |
| P1 | S1 | E3 | 10,79 | 12,01 | 13,38 |
| P1 | S2 | E1 | 8,14 | 9,14 | 6,81 |
| P1 | S2 | E2 | 8,57 | 9,55 | 9,28 |
| P1 | S2 | E3 | 9,33 | 9,06 | 8,71 |
| P2 | S1 | E1 | 10,50 | 14,14 | 10,53 |
| P2 | S1 | E2 | 9,73 | 10,88 | 11,22 |
| P2 | S1 | E3 | 11,82 | 14,98 | 13,78 |
| P2 | S2 | E1 | 7,65 | 8,35 | 7,40 |
| P2 | S2 | E2 | 9,74 | 11,66 | 9,99 |
| P2 | S2 | E3 | 8,97 | 7,75 | 8,40 |
| P3 | S1 | E1 | 13,57 | 12,11 | 14,17 |
| P3 | S1 | E2 | 11,66 | 12,32 | 11,63 |
| P3 | S1 | E3 | 11,25 | 11,73 | 10,29 |
| P3 | S2 | E1 | 9,15 | 7,85 | 7,96 |
| P3 | S2 | E2 | 8,17 | 7,84 | 7,46 |
| P3 | S2 | E3 | 9,46 | 7,56 | 8,53 |
| P4 | S1 | E1 | 13,25 | 11,00 | 14,68 |
| P4 | S1 | E2 | 14,07 | 13,55 | 13,74 |
| P4 | S1 | E3 | 13,11 | 10,44 | 12,85 |
| P4 | S2 | E1 | 10,95 | 10,31 | 7,63 |
| P4 | S2 | E2 | 10,09 | 8,62 | 8,51 |
| P4 | S2 | E3 | 10,70 | 9,88 | 9,36 |
| P5 | S1 | E1 | 11,69 | 12,98 | 12,08 |
| P5 | S1 | E2 | 10,70 | 12,77 | 10,96 |
| P5 | S1 | E3 | 11,12 | 12,41 | 10,56 |
| P5 | S2 | E1 | 10,04 | 10,57 | 10,25 |
| P5 | S2 | E2 | 10,69 | 9,68 | 9,02 |
| P5 | S2 | E3 | 10,50 | 8,50 | 10,30 |
| P6 | S1 | E1 | 12,28 | 10,92 | 10,63 |
| P6 | S1 | E2 | 11,38 | 12,83 | 12,70 |
| P6 | S1 | E3 | 13,02 | 10,83 | 11,62 |
| P6 | S2 | E1 | 10,58 | 9,36 | 9,21 |
| P6 | S2 | E2 | 9,42 | 9,43 | 10,55 |
| P6 | S2 | E3 | 11,38 | 8,73 | 8,38 |

Anexo 21. Datos de la variable diámetro del cuello tomada a los 60 días luego de repique.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|------|------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 1,75 | 1,43 | 1,71 |
| P1 | S1 | E2 | 1,58 | 1,53 | 1,46 |
| P1 | S1 | E3 | 1,52 | 1,71 | 1,80 |
| P1 | S2 | E1 | 1,55 | 1,72 | 1,56 |
| P1 | S2 | E2 | 1,54 | 1,53 | 1,65 |
| P1 | S2 | E3 | 1,59 | 1,38 | 1,22 |
| P2 | S1 | E1 | 1,57 | 1,84 | 1,67 |
| P2 | S1 | E2 | 1,58 | 1,48 | 1,37 |
| P2 | S1 | E3 | 1,82 | 1,92 | 2,27 |
| P2 | S2 | E1 | 1,47 | 1,48 | 1,29 |
| P2 | S2 | E2 | 1,64 | 1,70 | 1,49 |
| P2 | S2 | E3 | 1,58 | 1,48 | 1,27 |
| P3 | S1 | E1 | 1,76 | 1,65 | 1,71 |
| P3 | S1 | E2 | 1,63 | 1,68 | 1,62 |
| P3 | S1 | E3 | 1,69 | 1,76 | 1,47 |
| P3 | S2 | E1 | 1,49 | 1,27 | 1,21 |
| P3 | S2 | E2 | 1,34 | 1,25 | 1,31 |
| P3 | S2 | E3 | 1,31 | 1,22 | 1,34 |
| P4 | S1 | E1 | 1,89 | 1,66 | 1,66 |
| P4 | S1 | E2 | 1,79 | 1,70 | 1,63 |
| P4 | S1 | E3 | 1,77 | 1,68 | 1,77 |
| P4 | S2 | E1 | 1,42 | 1,38 | 1,25 |
| P4 | S2 | E2 | 1,28 | 1,24 | 1,26 |
| P4 | S2 | E3 | 1,33 | 1,30 | 1,31 |
| P5 | S1 | E1 | 1,56 | 1,67 | 1,68 |
| P5 | S1 | E2 | 1,51 | 1,90 | 1,57 |
| P5 | S1 | E3 | 1,56 | 1,70 | 1,17 |
| P5 | S2 | E1 | 1,37 | 1,53 | 1,36 |
| P5 | S2 | E2 | 1,41 | 1,27 | 1,23 |
| P5 | S2 | E3 | 1,35 | 1,38 | 1,28 |
| P6 | S1 | E1 | 1,58 | 1,49 | 1,57 |
| P6 | S1 | E2 | 1,34 | 1,59 | 1,58 |
| P6 | S1 | E3 | 1,56 | 1,44 | 1,56 |
| P6 | S2 | E1 | 1,28 | 1,33 | 1,15 |
| P6 | S2 | E2 | 1,24 | 1,27 | 1,43 |
| P6 | S2 | E3 | 1,22 | 1,08 | 1,07 |

Anexo 22. Datos de la variable número de hojas tomada a los 60 días luego del repique.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|-------|-------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 7,56 | 9,86 | 9,08 |
| P1 | S1 | E2 | 7,40 | 7,07 | 8,64 |
| P1 | S1 | E3 | 8,92 | 9,31 | 9,43 |
| P1 | S2 | E1 | 6,79 | 8,08 | 8,40 |
| P1 | S2 | E2 | 8,00 | 7,46 | 7,40 |
| P1 | S2 | E3 | 7,83 | 6,92 | 7,08 |
| P2 | S1 | E1 | 9,15 | 10,23 | 8,93 |
| P2 | S1 | E2 | 7,95 | 8,13 | 9,25 |
| P2 | S1 | E3 | 8,13 | 10,13 | 9,63 |
| P2 | S2 | E1 | 5,82 | 6,87 | 6,00 |
| P2 | S2 | E2 | 6,98 | 8,50 | 7,74 |
| P2 | S2 | E3 | 6,27 | 7,08 | 7,00 |
| P3 | S1 | E1 | 10,64 | 9,63 | 10,40 |
| P3 | S1 | E2 | 9,33 | 10,07 | 8,94 |
| P3 | S1 | E3 | 9,67 | 10,73 | 9,00 |
| P3 | S2 | E1 | 7,23 | 7,54 | 6,08 |
| P3 | S2 | E2 | 6,85 | 6,25 | 7,07 |
| P3 | S2 | E3 | 7,82 | 5,44 | 6,44 |
| P4 | S1 | E1 | 9,67 | 8,86 | 9,44 |
| P4 | S1 | E2 | 9,25 | 9,07 | 9,13 |
| P4 | S1 | E3 | 8,50 | 6,57 | 9,73 |
| P4 | S2 | E1 | 7,73 | 7,67 | 6,67 |
| P4 | S2 | E2 | 7,08 | 6,07 | 5,27 |
| P4 | S2 | E3 | 8,00 | 6,50 | 7,70 |
| P5 | S1 | E1 | 8,33 | 9,13 | 8,86 |
| P5 | S1 | E2 | 8,21 | 9,50 | 7,85 |
| P5 | S1 | E3 | 8,31 | 8,57 | 7,81 |
| P5 | S2 | E1 | 6,50 | 8,04 | 6,31 |
| P5 | S2 | E2 | 7,64 | 5,94 | 5,42 |
| P5 | S2 | E3 | 7,00 | 6,00 | 6,23 |
| P6 | S1 | E1 | 8,25 | 8,36 | 8,31 |
| P6 | S1 | E2 | 8,53 | 8,81 | 8,19 |
| P6 | S1 | E3 | 8,38 | 7,88 | 9,31 |
| P6 | S2 | E1 | 7,44 | 6,07 | 5,60 |
| P6 | S2 | E2 | 7,92 | 5,29 | 7,69 |
| P6 | S2 | E3 | 7,43 | 7,08 | 5,89 |

Anexo 23. Número de raíces secundarias y longitud de raíz principal.



Anexo 24. Datos del número de raíces secundarias de las plantas de *P.serotina*.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|-------|-------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 6,00 | 9,00 | 5,00 |
| P1 | S1 | E2 | 7,00 | 11,00 | 7,00 |
| P1 | S1 | E3 | 8,00 | 12,00 | 10,00 |
| P1 | S2 | E1 | 6,00 | 10,00 | 12,00 |
| P1 | S2 | E2 | 4,00 | 15,00 | 14,00 |
| P1 | S2 | E3 | 8,00 | 6,00 | 5,00 |
| P2 | S1 | E1 | 16,00 | 9,00 | 9,00 |
| P2 | S1 | E2 | 5,00 | 4,00 | 6,00 |
| P2 | S1 | E3 | 0,00 | 0,00 | 11,00 |
| P2 | S2 | E1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| P2 | S2 | E2 | 10,00 | 12,00 | 9,00 |
| P2 | S2 | E3 | 9,00 | 6,00 | 4,00 |
| P3 | S1 | E1 | 6,00 | 18,00 | 29,00 |
| P3 | S1 | E2 | 5,00 | 4,00 | 6,00 |
| P3 | S1 | E3 | 9,00 | 13,00 | 9,00 |
| P3 | S2 | E1 | 4,00 | 6,00 | 5,00 |
| P3 | S2 | E2 | 9,00 | 9,00 | 5,00 |
| P3 | S2 | E3 | 9,00 | 3,00 | 7,00 |
| P4 | S1 | E1 | 8,00 | 6,00 | 12,00 |
| P4 | S1 | E2 | 6,00 | 11,00 | 7,00 |
| P4 | S1 | E3 | 9,00 | 6,00 | 14,00 |
| P4 | S2 | E1 | 7,00 | 8,00 | 7,00 |
| P4 | S2 | E2 | 12,00 | 8,00 | 10,00 |
| P4 | S2 | E3 | 3,00 | 6,00 | 6,00 |
| P5 | S1 | E1 | 12,00 | 9,00 | 11,00 |
| P5 | S1 | E2 | 7,00 | 0,00 | 6,00 |
| P5 | S1 | E3 | 6,00 | 14,00 | 6,00 |
| P5 | S2 | E1 | 0,00 | 16,00 | 9,00 |
| P5 | S2 | E2 | 0,00 | 12,00 | 8,00 |
| P5 | S2 | E3 | 5,00 | 9,00 | 4,00 |
| P6 | S1 | E1 | 4,00 | 18,00 | 6,00 |
| P6 | S1 | E2 | 9,00 | 7,00 | 6,00 |
| P6 | S1 | E3 | 11,00 | 7,00 | 6,00 |
| P6 | S2 | E1 | 6,00 | 7,00 | 0,00 |
| P6 | S2 | E2 | 5,00 | 6,00 | 4,00 |
| P6 | S2 | E3 | 5,00 | 4,00 | 8,00 |

Anexo 25. Datos de la longitud de la raíz principal de las plantas de *P.serotina*.

| Procedencias | Sustratos | Escarificaciones | Bloques | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|-------|-------|
| | | | I | II | III |
| P1 | S1 | E1 | 22,30 | 15,20 | 17,70 |
| P1 | S1 | E2 | 13,00 | 12,80 | 14,70 |
| P1 | S1 | E3 | 14,30 | 16,50 | 16,20 |
| P1 | S2 | E1 | 11,00 | 12,20 | 15,00 |
| P1 | S2 | E2 | 17,70 | 17,50 | 17,10 |
| P1 | S2 | E3 | 8,70 | 13,30 | 7,00 |
| P2 | S1 | E1 | 21,20 | 21,30 | 15,50 |
| P2 | S1 | E2 | 11,00 | 6,50 | 16,20 |
| P2 | S1 | E3 | 0,00 | 0,00 | 13,00 |
| P2 | S2 | E1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| P2 | S2 | E2 | 20,00 | 11,50 | 18,50 |
| P2 | S2 | E3 | 13,10 | 15,50 | 9,50 |
| P3 | S1 | E1 | 12,60 | 18,50 | 9,50 |
| P3 | S1 | E2 | 12,30 | 12,50 | 12,00 |
| P3 | S1 | E3 | 15,00 | 27,00 | 19,50 |
| P3 | S2 | E1 | 11,50 | 8,90 | 7,20 |
| P3 | S2 | E2 | 13,50 | 18,00 | 15,60 |
| P3 | S2 | E3 | 9,30 | 11,20 | 11,30 |
| P4 | S1 | E1 | 20,60 | 17,10 | 17,20 |
| P4 | S1 | E2 | 9,50 | 15,70 | 9,50 |
| P4 | S1 | E3 | 10,30 | 30,50 | 21,60 |
| P4 | S2 | E1 | 6,00 | 9,00 | 10,00 |
| P4 | S2 | E2 | 17,50 | 11,60 | 12,60 |
| P4 | S2 | E3 | 8,00 | 12,40 | 12,20 |
| P5 | S1 | E1 | 16,00 | 10,50 | 18,30 |
| P5 | S1 | E2 | 11,50 | 0,00 | 7,20 |
| P5 | S1 | E3 | 13,10 | 14,50 | 17,20 |
| P5 | S2 | E1 | 0,00 | 4,50 | 6,20 |
| P5 | S2 | E2 | 0,00 | 17,00 | 13,50 |
| P5 | S2 | E3 | 14,80 | 6,50 | 11,40 |
| P6 | S1 | E1 | 8,50 | 19,40 | 16,30 |
| P6 | S1 | E2 | 10,50 | 6,30 | 12,50 |
| P6 | S1 | E3 | 14,00 | 16,80 | 15,50 |
| P6 | S2 | E1 | 12,00 | 7,40 | 0,00 |
| P6 | S2 | E2 | 9,50 | 20,20 | 15,00 |
| P6 | S2 | E3 | 14,00 | 12,50 | 8,50 |


Anexo 26. Análisis de la primera muestra de suelo del sustrato 1

INFORME DE RESULTADOS



Cliente: Jenifer Gabriela Moncada Heras
No. Contacto:
Responsable Muestreo : Jenifer Gabriela Moncada Heras
Proyecto:
Fecha y hora de recolección: 18/06/2018
Muestra Recibida: 19/06/2018
Análisis Completado: 21/06/2018
No. Reporte TCh:

| Rotulación cliente | ID TCH | p H suelo:agua 1:2,5 | C, E ms | MO % | N ppm | P % | K % | Ca % | Mg % | Cu ppm | Mn ppm | Zn ppm |
|--------------------|--------|--------------------------|-----------------------|--------------|----------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Sustrato 2 | T 30,2 | 8,34 | 2,51 | 14,24 | 85,45 | 0,20 | 0,30 | 1,7 | 0,3 | 30 | 233 | 45 |
| Nivel | | medianamente alcalino | ligeramente salino | alto | alto | alto | alto | alto | alto | alto | alto | alto |
| Método | | electroquímico | | gravimétrico | Dumas | colorimétrico | Absorción Atómica | Absorción Atómica | Absorción Atómica | Absorción Atómica | Absorción Atómica | Absorción Atómica |


Responsable Técnico
 Ing. Carlos Mayorga

CHEMICAL TOTAL CONSULTING
 Consultoría Química Total
 AMBATO - ECUADOR

Total Chemistry Se responsabiliza unicamente de los análisis no de la toma de muestra
 Los resultados corresponden solamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

Anexo 27. Análisis de la primera muestra del suelo del sustrato 2

INFORME DE RESULTADOS



Cliente: Jenifer Gabriela Moncada Heras
No. Contacto:
Responsable Muestreo : Jenifer Gabriela Moncada Heras
Proyecto:
Fecha y hora de recolección: 18/06/2018
Muestra Recibida: 19/06/2018
Análisis Completado: 21/06/2028
No. Reporte TCh:

| Rotulación cliente | ID TCH | p H suelo:agua 1:2,5 | C E ms | MO % | N ppm | P % | K % | Ca % | Mg % | Cu ppm | Mn ppm | Zn ppm |
|--------------------|--------|----------------------------|-----------|--------------|----------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Sustrato 1 | T 30,1 | 7,25 | 1,37 | 16,69 | 100 | 0,30 | 0,10 | 0,9 | 0,3 | 20 | 149 | 25 |
| Nivel | | neutro | salino | alto | alto | alto | alto | alto | alto | alto | alto | alto |
| Método | | electroquímico | | gravimétrico | Dumas | colorimétrico | Absorción Atómica | Absorción Atómica | Absorción Atómica | Absorción Atómica | Absorción Atómica | Absorción Atómica |

Responsable Técnico

Ing. Carlos Mayorga

CHEMICAL TOTAL CONSULTING
 Consultoría Química Total
 AMBATO - ECUADOR

Total Chemistry Se responsabiliza únicamente de los análisis no de la toma de muestra
 Los resultados corresponden solamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha

Total Chemistry