



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

T E S I S

**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ESQUEJES DE QUEÑUA
(*Polylepis incana*) CON LA APLICACIÓN DE DOS ENRAIZADORES
NATURALES Y TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN CONDICIONES
DE VIVERO CUAJONE, TORATA-MOQUEGUA**

PRESENTADO POR

BACHILLER TEODORO HUARHUA CHIPANI

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

MOQUEGUA – PERÚ

2017

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
PORTADA	
Página de jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	xiii
Índice apéndice	xiv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xix
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Definición del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas derivados o específicos.....	3
1.3. Objetivo de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivo específicos	3
1.4. Justificación.....	4
1.5. Alcances y limitaciones.....	5
1.6. Variables.....	7
1.6.1. Identificación de variables.....	7
1.6.2. Variable independiente (x).....	7
1.6.3. Variable dependiente (y).....	7
1.6.4. Operacionalización de variables.	7

1.7. Hipótesis de la investigación.....	8
1.7.1. Hipótesis general.....	8
1.7.2. Hipótesis específicos	9
1.7.3. Hipótesis estadísticos	9
1.7.4. Hipótesis factor A (Enraizadores).....	9
1.7.5. Hipótesis factor B (Sustratos).....	9
1.7.6. Hipótesis factor A x B (enraizadores x sustratos).....	9
II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de la investigación.....	10
2.2. Bases teóricas	13
2.2.1. Distribución geográfica del género <i>Polylepis</i>	13
2.2.2. Extensión de los bosques de <i>Polylepis</i> en el Perú.....	14
2.2.3. Taxonomía del género <i>Polylepis</i>	15
2.2.4. Características vegetativas.....	15
2.2.5. Propagación del género <i>Polylepis</i>	17
2.2.6. Enraizadores naturales	29
2.2.7. Bases fisiológicas en la formación de raíces.....	29
2.2.8. Sustrato	31
2.2.9. Condiciones ambientales para el enraizamiento	35
2.2.10. Desarrollo anatómico de las raíces en los esquejes	37
2.3. Definición de términos	39
III. MÉTODO	41
3.1. Tipo de investigación	41
3.2. Diseño de la investigación.....	41
3.2.1. Factores	41
3.2.2. Combinación factorial	42

3.3. Población y muestra	44
3.3.1. Población	44
3.3.2. Muestra	44
3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos	44
3.5. Ubicación	46
3.6. Metodología	49
3.7. Materiales e insumos	50
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	51
IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	62
4.1. Presentación de resultados	62
4.1.1. Primera evaluación	62
4.1.2. Segunda evaluación	74
4.1.3. Tercera evaluación	93
4.2. Contrastación de hipótesis	119
4.3. Discusión de resultados	120
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
5.1. Conclusiones	122
5.2. Recomendaciones	123
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	124
APÉNDICES	131
Apéndices A	131
Panel Fotográfico	144
MATRIZ DE CONSISTENCIA	163
AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN	164

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido de tablas	pág.
Tabla 1. Operacionalización de las variables de estudio.....	8
Tabla 2. Distribución de las especies de <i>Polylepis</i>	13
Tabla 3. Extensión de queñuales en algunos departamentos del Perú	14
Tabla 4. Factores de estudio evaluados en la propagación de queñua	42
Tabla 5. Combinación factorial para cada unidad experimental.....	42
Tabla 6. Datos meteorológicos registrados durante la etapa del experimento	48
Tabla 7. Análisis de varianza para un factorial (AxB) de un diseño completo al azar (DCA)	52
Tabla 8. Combinación factorial del experimento	54
Tabla 9. Análisis de los sustratos evaluados en la propagación	56
Tabla 10. Componentes del sustrato	57
Tabla 11. Dosificación de los enraizadores.....	59
Tabla 12. Análisis de varianza porcentaje de prendimiento a los 30 días.....	62
Tabla 13. Análisis de varianza altura de esqueje (cm) a los 30 días.....	63
Tabla 14. Prueba de significación de Duncan de altura de esqueje (cm) para el factos enraizadores naturales	64
Tabla 15 Prueba de significación de Duncan de altura de esqueje (cm) para el factor tipos de sustrato	64
Tabla 16. Análisis de varianza de número de hojas a los 30 días	65
Tabla 17. Prueba de significación de Tukey de número de hojas a los 30 días para el factor enraizadores.....	66

Tabla 18. Prueba de significación de Tukey de número de hojas a los 30 días para el factor tipos de sustratos	66
Tabla 19. Análisis de varianza de número de brotes a los 30 días	67
Tabla 20. Análisis de varianza de efectos simples de número de brotes	68
Tabla 21. Prueba de significancia de Tukey de efecto simple de enraizadores x sustratos	68
Tabla 22. Prueba de significacion de Tukey de efectos simples de número de brotes a los 30 días sustratos x enraizadores	69
Tabla 23. Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 30 días	70
Tabla 24. Prueba de significación de Tukey de longitud de raíz a los 30 días para el factor enraizador.	71
Tabla 25. Prueba de significación de Tukey de longitud de raíz a los 30 días para el factor sustratos	72
Tabla 26. Análisis de varianza de número de raíces a los 30 días	72
Tabla 27. Prueba de significación de Tukey de número de raíces a los 30 días para el factor enraizadores.....	73
Tabla 28. Prueba de significación de Tukey de número de raíces a los 30 días para el factor sustratos	74
Tabla 29. Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento (%) 60 días	74
Tabla 30. Prueba de significancia de Duncan de porcentaje de prendimiento a los 60 días para el factor enraizador.....	75
Tabla 31. Prueba de significancia de Duncan de porcentaje de prendimiento a los 60 días para el factor sustrato	76
Tabla 32. Análisis de varianza de altura de esqueje (cm) a los 60 días	76

Tabla 33. Análisis de varianza de efecto simple de altura de esqueje (cm).....	77
Tabla 34. Prueba de significación de Duncan de efecto simple de altura de esqueje (cm) a los 60 días de enraizador x sustrato.....	78
Tabla 35. Prueba de significación de Duncan de efectos simples altura de esqueje (cm) a los 60 días tipos de sustrato x enraizador.....	79
Tabla 36. Análisis de varianza de número de hojas a los 60 días.....	80
Tabla 37. Prueba de significación de Duncan de número de hojas a los 60 días para el factor de enraizador.....	81
Tabla 38. Prueba de significación de Duncan de número de hojas a los 60 días para el factor sustrato.....	81
Tabla 39. Análisis de varianza de número de brotes a los 60 días.....	82
Tabla 40. Análisis de varianza de efecto simple de número de brotes.....	83
Tabla 41. Prueba de significación de Tukey de efectos simples de número de brotes a los 60 días enraizador x sustrato.....	84
Tabla 42. Prueba de significación de Tukey de efectos simples de número de brotes a los 60 días sustrato x enraizador.....	84
Tabla 43. Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 60 días.....	86
Tabla 44. Análisis de varianza de efectos simple de longitud de raíz (cm).....	87
Tabla 45. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de longitud de raíz a los 60 días enraizadores x sustratos.....	87
Tabla 46. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de longitud de raíz (cm) a los 60 días sustratos x enraizadores.....	88
Tabla 47. Análisis de varianza de número de raíces a los 60 días.....	89
Tabla 48. Análisis de varianza de efectos simples de número de raíces.....	90

Tabla 49. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de raíces a los 60 días de enraizador x sustrato.....	91
Tabla 50. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de raíces a los 60 días de sustrato x enraizador.....	92
Tabla 51. Análisis de Varianza de porcentaje de prendimiento (%) 90 días	93
Tabla 52. Análisis de varianza de efectos simples de % de prendimiento.....	94
Tabla 53. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 90 días de enraizador x sustrato	95
Tabla 54. Prueba de significancia de Duncan efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 90 días de sustrato x enraizador	95
Tabla 55. Análisis de varianza de altura de esqueje (cm) a los 90 días	97
Tabla 56. Análisis de varianza de efectos simples de altura de esqueje (cm)	98
Tabla 57. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de altura de esqueje (cm) a los 90 días de enraizador x sustrato.....	98
Tabla 58. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de altura de esqueje (cm) a los 90 días sustratos x enraizador	99
Tabla 59. Análisis de varianza de número de hojas a los 90 días	100
Tabla 60. Análisis de efectos simples de número de hojas a los 90 días	101
Tabla 61. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de hojas a los 90 días de enraizador x sustrato	102
Tabla 62. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de hojas a los 90 días de sustratos x enraizadores.....	103
Tabla 63. Análisis de varianza de número de brotes a los 90 días.....	104
Tabla 64. Análisis de varianza de efectos simples de número de brotes	105

Tabla 65. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de brotes a los 90 días enraizador x sustrato	106
Tabla 66. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de brotes a los 90 días sustrato x enraizador	106
Tabla 67. Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 90 días	108
Tabla 68. Análisis de varianza de efectos simples de longitud de raíz (cm)	109
Tabla 69. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de longitud de raíz (cm) a los 90 días enraizadores x sustratos.....	109
Tabla 70. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de longitud de raíz (cm) a los 90 días sustratos x enraizadores.....	110
Tabla 71. Análisis de varianza de número de raíces a los 90 días	111
Tabla 72. Análisis de varianza de efectos simples de número de raíces	112
Tabla 73. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de raíces a los 90 días enraizador x sustrato.....	113
Tabla 74. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de Número de raíces a los 90 días sustratos x enraizadores.....	114
Tabla 75. Análisis de varianza de materia seca de raíz (%) a los 90 días	115
Tabla 76. Análisis de varianza de efectos simples de materia seca de raíz.	116
Tabla 77. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de materia seca de raíz (%) a los 90 días enraizadora x sustratos	117
Tabla 78. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de materia seca de raíz (%) a los 90 días sustratos x enraizadores	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido de figuras	pág.
Figura 1. Croquis del experimento.....	43
Figura 2. Metodología de ejecución de trabajo de investigación.....	49
Figura 3. Interacción de enraizadores x sustrato para número de brotes	70
Figura 4. Interacción enraizadores x sustrato para altura de esqueje a los 60	79
Figura 5. Interacción enraizadores x sustratos para número de brotes	85
Figura 6. Interacción enraizadores x sustrato para longitud de raíz (cm)	89
Figura 7. Interacción de enraizadores x sustratos para número de raíces	92
Figura 8. Interacción enraizadores x sustrato para porcentaje de prendimiento ...	96
Figura 9. Interacción enraizadores x sustrato para altura de esqueje.....	100
Figura 10. Interacción enraizadores x sustratos para número de hojas.....	103
Figura 11. Interacción enraizadores x sustratos para número de brotes	107
Figura 12. Interacción enraizador x sustrato para longitud (cm) de raíz	111
Figura 13. Interacción enraizadores x sustratos para número de raíces.....	114
Figura 14. Interacción enraizadores x sustratos para materia seca de raíz.....	118

ÍNDICE APÉNDICE

Contenido de apéndice	pág.
Tabla A 1 Primera evaluación a los 30 días porcentaje de prendimiento (%) ...	131
Tabla A 2. Primera evaluación a los 30 días altura de esqueje (cm)	131
Tabla A 3. Primera evaluación a los 30 días número de hojas (unidad)	132
Tabla A 4. Primera evaluación a los 30 días número de brotes (unidad).....	132
Tabla A 5. Primera evaluación a los 30 días longitud de raíz (cm)	133
Tabla A 6. Primera evaluación a los 30 días número de raíz (unidad)	133
Tabla A 7. Segunda evaluación de porcentaje de prendimiento (%) a los 60.....	134
Tabla A 8. Segunda evaluación altura de esqueje (cm) a los 60 días	134
Tabla A 9. Segunda evaluación número de hojas (unidad) 60 días	135
Tabla A 10. Segunda evaluación número de brotes (unidad) 60 días	135
Tabla A 11. Segunda evaluación longitud de raíz (cm) a los 60 días	136
Tabla A 12. Segunda evaluación número de raíz (unidad) a los 60 días	136
Tabla A 13 Tercera evaluación porcentaje de prendimiento (%) a los 90 días...	137
Tabla A 14. Tercera evaluación altura de esqueje (cm) a los 90 días	137
Tabla A 15. Tercera evaluación número de hojas (unidad) a los 90 días	138
Tabla A 16. Tercera evaluación número de brotes (unidad) a los 90 días	138
Tabla A 17. Tercera evaluación longitud de raíz (cm) a los 90 días	139
Tabla A 18. Tercera evaluación número de raíz (unidad) a los 90 días	139
Tabla A 19. Tercera evaluación materia seca (%) a los 90 días	140
Tabla A 20. Costo de producción de T6 (e1 s1) 75 plantas	140
Tabla A 21. Análisis de costos de producción	141
Tabla A 22. Datos meteorológicos de lugar de ejecución del experimento	142

Tabla A 23. Resultado de análisis de sustratos utilizados realizado en unidad

operativa.....	143
Fotografía 1. Recolección de turba para sustrato.....	144
Fotografía 2. Recolección de arena de rio para sustrato Cuajone.....	144
Fotografía 3. Adquisición de humus de lombriz de servicios ambientales.....	145
Fotografía 4. Preparación de sustrato testigo s ₀ tierra del Vivero.....	145
Fotografía 5. Embolsado de sustrato testigo s ₀ tierra del vivero.....	146
Fotografía 6. Composición del sustrato s ₁	146
Fotografía 7. Homogenización de sustrato s ₁	147
Fotografía 8. Composición de sustrato s ₂	147
Fotografía 9. Composición del sustrato s ₃	148
Fotografía 10. Embolsado de los diferentes sustratos.....	148
Fotografía 11. Muestras para análisis de sustrato codificado.....	149
Fotografía 12. Identificación de las plantas madre de queñua.....	149
Fotografía 13. Extracción del material vegetativo.....	150
Fotografía 14. Selección del material vegetativo.....	150
Fotografía 15. Esqueje de queñua limpia sin la capa cubierta.....	151
Fotografía 16. Selección y toma de medidas de esquejes.....	151
Fotografía 17. Recolección de sauce llorón fuente enraizar natural.....	152
Fotografía 18. Agua de coco e ₁ y extracto de sauce e ₂ enraizadores naturales.....	152
Fotografía 19. Aplicación de enraizadores naturales guiado por el asesor.....	153
Fotografía 20. Aplicación de enraizadores naturales.....	153
Fotografía 21. Repicado de esquejes de queñua en las bolsa.....	154
Fotografía 22. Repicado de esquejes con enraizador e ₂ extracto de sauce.....	154
Fotografía 23. Repicado de esquejes con enraizador e ₁ agua de coco.....	155

Fotografía 24. Instalaciones de esquejes de queñua en sus respectivos tratamientos y repeticiones.....	155
Fotografía 25. Protección de plantas para aumentar la sombra	156
Fotografía 26. Aplicación de riego con sistema tecnificado	156
Fotografía 27. Inspección de instalación de la tesis de miembro de jurado en Ing. Bruno Cruz Esteba	157
Fotografía 28. Primera evaluación a los 30 días	157
Fotografía 29. Primera evaluación a los 30 días con sus respectivas repeticiones y tratamiento.....	158
Fotografía 30. Evaluación de número de raíz longitud de raíz a los 30 días	158
Fotografía 31. Tercera evaluación altura de esqueje a los 90 días.....	159
Fotografía 32. Evaluación de longitud de raíz a los 90 días	159
Fotografía 33. Presentación de evaluación de tratamientos y repetición 1	160
Fotografía 34. Presentación de evaluación de tratamiento y repetición 2.....	160
Fotografía 35. Presentación de la tercera evaluación a los 90 días.....	161
Fotografía 36. Presentación del mejor tratamiento a los 90 días	161
Fotografía 37. Determinación de materia seca de raíz en laboratorio UJCM.	162
Fotografía 38. Utilización de Estufa para determinar materia seca de la raíz....	162

RESUMEN

El trabajo de tesis “Propagación vegetativa de esquejes de queñua (*Polylepis incana*) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero Cuajone, Torata-Moquegua” se llevó a cabo en vivero de Southern Perú Cuajone, de diciembre del 2016 a marzo del 2017, siendo los objetivos, estudiar los efectos de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en la propagación vegetativa de esquejes queñua, así mismo comparar el efecto de los enraizadores y sustratos en el prendimiento y desarrollo y evaluar la interacción enraizadores x sustratos. Con una población de 900 esquejes de queñua, los enraizadores fueron e_0 (testigo), e_1 (agua de coco) y s_2 (extracto de sauce), los sustratos s_0 (testigo), s_1 (turba + arena + humus), s_2 (turba + arena) y s_3 (turba + humus) y se utilizó el diseño experimental completamente al azar (DCA), con arreglo factorial (AxB) con tres niveles factor A y factor B con cuatro niveles; con tres repeticiones y 12 tratamientos con 36 unidades experimentales. El análisis estadístico empleada fue análisis varianza (ANVA) a una probabilidad F de 0,05 y 0,01, se realizó la prueba de Duncan y Tukey al 95 % de confiabilidad, de los cuales se obtuvo, enraizador e_1 con 85,67 %, sustrato s_3 con 73,78 % y la interacción e_1s_1 con 94,67 % en todo el experimento un 69,49 % de prendimiento, concluyendo en base a las evaluaciones realizadas a las variables de estudio el e_1s_1 tuvo mayores efectos.

Palabras clave: Queñua, propagación, enraizador, sustrato

ABSTRACT

The thesis work "Vegetative propagation of cuttings of Queñua (*Polylepis incana*) with the application of two natural rooting and three types of substrates under conditions of Cujajone nursery, Torata-Moquegua" was carried out in a nursery of Southern Perú Cujajone, December From 2016 to March 2017, the objectives being to study the effects of two natural rooting and three types of substrates in the vegetative propagation of cuttings, as well as to compare the effect of rooting and substrates on the development and evaluation of the interaction Rotifers x substrates. With a population of 900 cuttings of queñua, rooting was e_0 (control), e_1 (coconut water) and s_2 (willow extract), substrates s_0 (control), s_1 (peat + sand + humus), $s_2 + \text{Sand}$) and s_3 (peat + humus) and using the factorial arrangement (AxB) with three levels factor A and factor B with four levels; With three replicates and 12 treatments with 36 experimental units. The statistical analysis used was (ANVA) at an F probability of 0,05 and 0,01, the Duncan and Tukey tests were performed at 95 % reliability, of which was obtained, e_1 rooting with 85,67 %, Substrate s_3 with 73,78 % and interaction e_1s_1 with 94, 67 % in the whole experiment a 69,49 % of trapping, concluding based on the evaluations made to the study variables, e_1s_1 had greater effects.

Key words: Queñua, propagation, rooting, substrate

INTRODUCCIÓN

Los bosques de queñua son ecosistemas muy diversos, caracterizados por presentar un hábitat único y altos niveles de endemismo para ciertas especies. Estos bosques también representan uno de los hábitats más vulnerables de los altos andes por la fuerte presión antropogénica existente, ya que constituyen una zona apetecida para la agricultura y el único recurso maderable en esas alturas, es por eso que están amenazadas de agotamiento genético o de extinción, incluso antes de conocer sobre sus características y variaciones genéticas.

La propagación vegetativa tiene gran importancia en las especies nativas, ya que se disminuye el tiempo de producción de plántulas en vivero y además este método nos permite conservar las características genéticas idénticas a sus progenitores y adaptación al medio.

Tomando en cuenta las alternativas para tener mayor éxito en el prendimiento de esquejes de queñua son los enraizadores naturales o sintéticos de manera que ayuden a la proliferación y formación de sistema radicular. Las características de los sustratos son de gran importancia para el normal desarrollo de la planta.

En nuestra zona alto andina las familias aprovechan la madera, además la corteza interna de la especie es utilizada como medicina natural para amigdalitis, inflamaciones en la garganta y resfríos y enfermedades renales. Por otro lado son árboles económicamente importantes para las comunidades indígenas que viven cerca de los mismos porque son una fuente importante de madera para la cocción de alimentos, construcción de corrales, mangos de herramientas, tinte de tejidos y

para el pastoreo del ganado.

A nivel local, nacional y mundial la deforestación produce efectos desastrosos, el suelo de las laderas, al contar con una menor cubierta vegetal para que lo fije, se erosiona rápidamente a causa de la lluvia y de la escorrentía.

La queñua es una planta nativa de alto valor ecológico y muy codiciada para proyectos y programas de forestación y reforestación en estos últimos años a nivel local, nacional y mundial, sobre todo para el establecimiento de plantaciones protectoras; pero al contar con bajos porcentajes de germinación, la propagación vegetativa se convierte en una alternativa viable para la obtención de plántulas de calidad.

Por este motivo se plantea en la presente investigación, la propagación de queñua empleando enraizadores naturales y diferentes tipos de sustratos bajo condiciones de vivero con el fin de determinar la mejor alternativa de producción de esta importante especie.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

La queñua se distribuye a lo largo de la cordilla de los andes desde norte de Venezuela, pasando por Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. En 18 departamentos del Perú se registró al menos una especie de queñua. (*Polylepis incana* y *P. racemosa*) son las especies de alta frecuencia también han sido las más cultivadas. En la región de Moquegua por Torata (Asama-Cuellar) la cobertura vegetal predominante está constituida por queñua, en 1992 Moquegua tenía una extensión de 2450 hectáreas de superficie representado el 5, 80% de Perú.

En la región de Moquegua se está perdiendo áreas de bosques de queñua, lo que conlleva a la desaparición y deforestación conlleva consecuencias desastrosas para el medio ambiente como son la pérdida de las fuentes hídricas, la degradación de los suelos y desaparición de la flora y fauna silvestre, así como microorganismos beneficiosos que son de mucha importancia para el progreso y supervivencia de las comunidades.

En los viveros existentes en la zona no han dado importancia a la producción

de plantas nativas como queñua, esto por carencia de conocimientos de los viveristas en la producción y manejo; la propagación por semilla presenta muchos inconvenientes debido a la poca viabilidad, no existe investigación que permita tener mayor conocimiento sobre la producción y propagación vegetativa de esquejes aplicando enraizadores y sustratos que permitan tener mayor porcentaje de prendimiento lo cual ayuda a los viveristas mejorar y aumentar la producción.

Uno de los mayores problemas para la propagación de especies forestales nativas como queñua por vía asexual es el poco conocimiento de las técnicas de propagación en vivero. En la propagación asexual de plantas de queñua, no forman raíces fácilmente de un esqueje, estos deben ser llevados a un medio que favorezca la emisión de raíces como sustratos que contengan un buen porcentaje de nutrientes las plantas no adquieren enraizamiento, limitando su normal crecimiento y desarrollo (Miranda, 2013).

Este género es dicogámico con polinización anemófila; es decir, que aquellas poblaciones reducidas a unos pocos árboles por hectárea desaparecerán tarde o temprano, en razón de su modo de reproducirse, aun cuando cesen por completo los daños. Aparentemente en los bosques grandes y bien representados se encuentran semillas viables; sin embargo, el cáncer interno de la sobreutilización los va consumiendo y muchos bosques ya no muestran la estructura que los caracterizaba. Aún en áreas naturales protegidas como en el Parque Nacional Huascarán, la tala para la fundición de minerales, cocción de alimentos, calefacción, fabricación de muebles, y los incendios así como el pastoreo continúan implacablemente.

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo será la propagación vegetativa de esquejes de queñua con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero Cuajone, Torata-Moquegua?

1.2.2. Problemas derivados o específicos

¿Cuál de los enraizadores naturales tendrá efecto en la propagación vegetativa de esquejes de queñua?

¿Cuál de los tres tipos de sustrato tendrá efecto en la propagación vegetativa de esquejes de queñua en condiciones de vivero?

1.3. Objetivo de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la propagación vegetativa de esquejes de queñua (*Polylepis incana*) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero Cuajone, Torata-Moquegua

1.3.2. Objetivo específicos

Comparar el efecto de los enraizadores en el prendimiento y desarrollo de los esquejes de queñua.

Determinar el sustrato adecuado en el prendimiento y desarrollo de los esquejes de queñua.

Evaluar la interacción A x B (Enraizadores naturales y tipos de sustratos) en la propagación vegetativa de esquejes de queñua.

1.4. Justificación

El presente trabajo de investigación en la región Moquegua contribuirá en la reforestación de muchas zonas desprovistas de vegetación con fines medio ambientales por consiguiente disminuir la erosión de los suelos, incrementar el caudal de las fuentes hídricas, recuperar la biodiversidad y disminuir la vulnerabilidad territorial, por consiguiente el mejoramiento de los ecosistemas de los bosques.

Se busca identificar el mejor comportamiento y rendimiento de propagación vegetativa de esquejes de queñua con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustrato y recomendar de la influencia de los tratamientos en la etapa de propagación por esqueje en lo que se refiere a la producción de plántulas de queñua a nivel de vivero.

Las necesidad creciente demanda por el hombre ocasiona la deforestación de los bosques, para poder satisfacer sus necesidades como es la madera como fuente de energía calorífica (leña), también por la necesidad de madera para construir su vivienda, construcción de cercas para el ganado, ampliación de la frontera agrícola convirtiéndose en agente de la deforestación. Estas acciones negativas son determinantes de la pérdida de cobertura vegetal de los suelos, pérdida de suelos por erosión, disminución de las fuentes naturales de agua, falta de protección arbórea a los cultivos agrícolas y propensos a sufrir efectos de heladas

y vientos, pérdida de la capacidad productiva de los suelos, baja producción de los cultivos agrícolas y escasos pastos.

En lo que se refiere específicamente a nivel de viveristas facilita la obtención de mayor porcentaje de material de propagación de buena calidad y buena demanda en conducción ya que al propagar los esquejes de queñua con los enraizadores naturales y sustratos previamente tratados y desinfectados obtenemos un buen porcentaje de plantas logradas debido a que esta técnica permite acelerar la propagación vegetativa logrando plantas.

La queñua es una planta que caracteriza al altiplano el cual es un medio frío y seco, al parecer las variedades no pueden soportar estos cambios sin que afecten su comportamiento agronómico durante su crecimiento y desarrollo, así como también en la cantidad y calidad del rendimiento. Por tanto es necesario seguir investigando e identificando características propias de tolerancia y adaptabilidad a condiciones climatológicas adversas mediante la evaluación del comportamiento agronómico de variedades originarias de diferentes lugares del Perú.

La importancia de la investigación es a nivel local, y nacional, la metodología de propagación de queñua da aporte social, económico y ambiental porque transfiere esta tecnología para dar aporte a la demanda y necesidad de producción de plantones.

1.5. Alcances y limitaciones

1.5.1. Alcances

El presente trabajo de investigación tendrá un alcance para diferentes viveros

forestales de Provincia de Mariscal Nieto en la región Moquegua. Con fines de reforestación e instalación de plantaciones a nivel local y nacional.

1.5.1.1. Social

El proyecto de investigación, tiene mucha relevancia en el aspecto social, ya que por propagar una especie nativa como el queñual, se apoya en la conservación de la flora, fauna, suelos, agua y lo más importante la conservación de esta especie nativa, así contribuirá a una vida mejor y sostenible.

1.5.1.2. Científica

El presente proyecto, permitirá ampliar los conocimientos de las bondades que tiene el queñual respecto a la propagación vegetativa y los reguladores de crecimiento; que al no existir una metodología adecuada la mayoría de ellas son difíciles de propagar por no haber estudios a profundidad de la fenología de la especie, propiedades físicas, mecánicas de su madera y de análisis de semillas.

1.5.1.3. Económico

La propagación de esta especie nativa, brindará mayores ingresos a los productores de platas en vivero de este ámbito así mismo para proyectos y programas de reforestación a nivel nacional.

1.5.1.4. Ambiental

Las queñuas son los depositarios naturales de biodiversidad. Son ecosistemas clave para adaptarnos al cambio climático, así como para contribuir a la mitigación de este fenómeno global. Fundamentales para la provisión de agua en cantidad, calidad

y frecuencia, su pérdida producirá la liberación de carbono que almacenan, lo que exacerbaría el cambio climático, con consecuencias nefastas para el planeta.

1.5.2. Limitaciones

En la región de Moquegua aún no se han realizado trabajos de investigación referentes a la producción de plántulas de queñua en propagación por esquejes por lo que no existe referencias bibliográficas a nivel de libros de consulta en general.

Los limitantes es el recurso económico y humano (a nivel de laboratorio) dentro de la localidad no permitieron el análisis previo de insumos como análisis de los enraizadores naturales.

1.6. Variables

1.6.1. Identificación de variables

1.6.2. Variable independiente (x)

Las variables independientes son: enraizadores naturales y tipos de sustrato

1.6.3. Variable dependiente (y)

Las variables dependientes son: porcentaje de prendimiento, altura de esquejes, número de hojas, número de brotes, longitud de la raíz, número de raíces y materia seca de raíces

1.6.4. Operacionalización de variables.

La operacionalización de las variables para la conducción del presente trabajo de investigación se llevó de la siguiente manera de acuerdo a la tala 1.

Tabla 1. Operacionalización de las variables de estudio

Variables	Dimensiones	Indicador	Escala	Unidad		
Independientes	Enraizadores	Extracto de sauce	Pureza 100	%		
		Agua de coco	Pureza 100	%		
		Agua	Pureza 100	%		
		Sustrato 0	Tierra 100	%		
		Sustrato 1	Turba 50 Humus25 Arena 25	% % %		
	Sustratos	Sustrato 2	Turba 50 Arena 50	% %		
		Sustrato 3	Turba 50 Humus 50	% %		
		Dependientes	a. Porcentaje de prendimiento	30, 60 y 90 días	Numérica	%
			b. Altura de esquejes	30, 60 y 90 días	Numérica	cm
			c. Número de hojas	30, 60 y 90 días	Numérica	Unidad
d. Número de brotes	30, 60 y 90 días		Numérica	Unidad		
e. Longitud de la raíz	30, 60 y 90 días		Numérica	cm		
f. Número de raíces	30, 60 y 90 días		Numérica	Unidad		
g. Materia seca de raíces	90 días		Numérica	%		

Fuente: Elaboración propia

1.7. Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general

Con la aplicación de enraizadores y de diferentes sustratos incrementara significativamente en la propagación de esquejes de queñua en condiciones de vivero Cuajone. Torata-Moquegua

1.7.2. Hipótesis específicos

Al menos un enraizador tendrá un efecto positivo en la propagación vegetativa de esquejes de queñua en condiciones de vivero cuajone. Torata- Moquegua

Al menos un sustrato tendrá un efecto positivo en la propagación vegetativa de esquejes de queñua en condiciones de vivero cuajone. Torata- Moquegua

1.7.3. Hipótesis estadísticos

1.7.4. Hipótesis factor A (Enraizadores)

Ho: Los enraizadores alternativos tienen efecto igual que el testigo

Ha: Uno de los enraizadores alternativos sobresalen al testigo

1.7.5. Hipótesis factor B (Sustratos)

Ho: El sustrato alternativo no tiene diferencia con el sustrato testigo.

Ha: El sustrato alternativo es diferente al sustrato testigo

1.7.6. Hipótesis factor A x B (enraizadores x sustratos)

Ho: La interacción (AxB) del factor enraizadores con el factor sustratos no hay diferencia son iguales.

Ha: La interacción (AxB) del factor enraizadores con el factor sustratos si hay diferencia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

En donde se llegaron a realizar bastante investigación respecto a la propagación de *Polylepis* sp fue en Ecuador, Bolivia seguido por Perú, de los cuales son:

Soto (2013) realizó el presente estudio en la provincia de Huarochirí del distrito de Carampoma ubicada a 3800 msnm en los meses de junio a diciembre del 2013, titulada “Propagación vegetativa de esquejes de queñual (*polylepis* sp) bajo diferentes dosis del enraizador Root-hor en el distrito de Carampoma- Huarochirí- Lima” con el siguiente objetivo: Evaluar el efecto de tres dosis de Root-hor en la propagación vegetativa de queñual, las variables a evaluar fueron: porcentaje de prendimiento de esquejes, numero de brotes y numero de hojas. Se empleó el diseños completamente al azar (DCA) y la comparación de medias aplicando Duncan ($\alpha=0.05$) con tres repeticiones y cuatro tratamientos, se aplicó concentraciones de enraizador Root-hor de 3 ml, 5 ml y 10 ml en un litro de agua se sumergieron la base de las estacas de queñual en recipientes de 3 cm a 4 cm y posteriormente fueron colocados en fundas con sustrato (arena de río, suelo y

estiércol de ovino descompuesto) para ser enraizadas las estacas, La mayor sobrevivencia de los esquejes respecto al nivel de hormonas enraizadoras utilizado fue el tratamiento T1 (3ml de enraizador) seguidamente el T2 (5ml de enraizador) en ambos tratamientos se presentaron mayor porcentaje de plantas vivas, a los 65 días obtuvo 29,17 %, de prendimiento del experimento.

Meléndez y Naranjo (2014) realizaron su investigación “Evaluación de la calidad de plantas de Yagual (*Polylepis incana*) mediante la propagación asexual con enraizadores químicos y tres tipos de sustratos en la Moya, Cantón Guaranda, provincia Bolívar.” Con el objetivo de comparar la eficiencia que tiene cada uno de dos enraizadores químicos y sustrato en la propagación vegetativa de yagual, el diseño de bloques completos al azar, con factorial (AxB), los principales resultados obtenidos fueron: Existió un efecto altamente significativo de los sustratos sobre el porcentaje de sobrevivencia a los 120 días; siendo la mejor alternativa el A1: Arena 25 % + humus 25 % + Tierra 50 % y La hormona con el mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 120 días fue Raizplant con un 51,2 %, En la interacción de factores AxB, el porcentaje de sobrevivencia más alto de plantas se evaluó en el T6: A2B1C2 (Arena 30 % + humus 30 % + Tierra 40 % + Raizplant en estacas) con el 65,1 %.

Quispe (2013) realizó “propagación vegetativa de esquejes de queñua (*polylepis besseri Hieron*) en base a la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en el vivero de la comunidad de Huancané” a los 90 días obtuvo un 52,22 % de prendimiento con él “ES” y con el sustrato turba + arena de igual manera se obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento de 52,67 % en promedio a la conclusión de la investigación lo cual fue aludido a que el extracto de sauce tiene un alto contenido de auxinas .

Espejo (2015) realizó la investigación ubicado en el distrito 4, zona Villa Turina La Paz titulada “Evaluación de la eficiencia de cuatro enraizadores y dos longitudes de corte para la propagación vegetativa de esquejes de queñua (*Polylepis racemosa subespecie triacontandra*) a nivel vivero, en el municipio de El Alto” el diseño experimental de bloques completamente al azar con dos factores (Factor A, longitud de esqueje y Factor B, enraizador) y tres repeticiones. Se efectuó el análisis de variancia, pruebas de medias del rango múltiple de Duncan al 5 %. Las variables de respuesta fueron: porcentaje de prendimiento, número de brotes, longitud de raíz y volumen de raíz. Los enraizadores orgánicos a base de lenteja y agua de coco alcanzaron un promedio relativamente bueno con 66,67 % y 61,11 %; Los esquejes bajo la aplicación de enraizadores químicos y orgánicos obtuvieron mejores resultados frente al testigo.

León (2009) realizó la tesis “Propagación de dos especies de yagual (*Polylepis incana* y *Polylepis racemosa*), utilizando dos enraizadores orgánicos y dos enraizadores químicos en el vivero forestal del CREA en el cantón y provincia del Cañar” con el objetivo de evaluar el comportamiento a nivel de vivero y comparar la eficiencia de cada uno de los enraizadores en la propagación vegetativa de las 2 especies, el diseño de completos al azar, con factorial (AxB), mediante la utilización de dos especies, usando los enraizadores químicos Rootmost y Raizal, en los orgánicas Té de estiércol y *trichoderma horzianu*, los principales resultados obtenidos fueron: a los 60 días el porcentaje de prendimiento fue de 68,6 % donde A₁ (*Polylepis racemosa*) obtuvo el 91,3 % y A₂ (*Polylepis incana*) con 45,9 %, con Té de estiércol se pudo ver un crecimiento y desarrollo mayor o igual al que presenta los enraizadores químicos lo cual demuestra la eficiencia del mismo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Distribución geográfica del género *Polylepis*

Tabla 2. Distribución de las especies de *Polylepis* spp. por países

Especie/Pais	Argentina	Bolivia	Colombia	Chile	Ecuador	Perú	Venezuela
<i>P. australis</i>	X	X					
<i>P. besseri</i>		X				X	
<i>P. hieronymi</i>	X	X					
<i>P. incana</i>					X	X	
<i>P. lanuginosa</i>					*		
<i>P. multifuga</i>						*	
<i>P. pauta</i>					X	X	
<i>P. pepeï</i>		X				X	
<i>P. quadrijuga</i>			*				
<i>P. reticulata</i>					*		
<i>P. racemosa</i>					X	*	
<i>P. serícea</i>		X	X		X	X	
<i>P. subsericana</i>						*	X
<i>P. tomentella</i>	X	X		X		*	
<i>P. tarapacana</i>		X		X			
<i>P. weberbaueri</i>					X	X	
TOTAL	3	7	2	2	7	10	1

Fuente: Padilla, 2005

Donde X=Ocurrencia, * = endemismo

De acuerdo a Kessler (2000) *Polylepis* se distribuye a lo largo de la Cordillera de los Andes desde el norte de Venezuela, pasando por Colombia,

Ecuador, Perú, Bolivia, el norte de Chile y el noroeste de Argentina, y su distribución en las diferentes especies que existen como se observa en la tabla 2.

2.2.2. Extensión de los bosques de *Polylepis* en el Perú

Según Yallico (1992) una recopilación de los datos de la extensión de bosque de *Polylepis* a partir de los estudios de la ONERN se presenta en el tabla 3.

Tabla 3. Extensión de queñuales en algunos departamentos del Perú

Departamento	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Ancash	3400	8,10
Arequipa	12000	28,40
Ayacucho	3900	9,23
Cusco	1000	2,36
Huancavelica	4700	11,12
Lima	8850	20,94
Moquegua	2450	5,80
Puno	2400	5,68
Tacna	3550	8,40
Total	42250	100,00

Fuente: Yallico ,1992

Según Gutiérrez (2013), dice “los queñuales constituyen bosques relictos en la Región. Se encuentran sobre los 3800 msnm de altitud y en ambientes particulares de los cerros adyacentes a las planicies tales como laderas rocosas, quebradas y taludes con escombros volcánicos. En Moquegua la especie representativa es (*Polylepis rugulosa*)” (p. 28).

Asi mismo Gutiérrez (2013), afirma que Torata (Asana – Cuellar) la cobertura vegetal predominante está constituida por rodales de Qeñoa, yaretales y

tolares. En este sitio prioritario se encuentran parches importantes de “queñoa”, entre las que destacan (*Polylepis rugulosa*) “queñoa” y (*Polylepis besseri*) “queñoa” (p. 30).

2.2.3. Taxonomía del género *Polylepis*

El género botánico *Polylepis* incluye a aproximadamente 28 especies de pequeños árboles y arbustos, comúnmente llamados queñoa, yagual, kewiña, queñual, queñoa entre otros (del quechua qiwuña), pertenecientes a la familia Rosaceae como se muestra en la siguiente clasificación:

Orden :Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Rosoideae

Genero: *Polylepis*

Especie: (*Polylepis incana*)

P. incana por Humboldt, Bonpland, and Kunth (1824)

Fuente: Simpson (1979).

2.2.4. Características vegetativas

Según Chicote, Ocaña, Jonjap , & Barahona, (1985) menciona que las características de queñoa son:

a) Tallo

Es una especie que incluye arbustos de 1 a 5 m, de altura, hasta árboles de 22 m, el fuste normalmente es torcido y puede ser único o con varios tallos. El árbol tiene abundante ramificaciones que muchas veces nace desde la base del tronco. La copa generalmente es difusa e irregular. La corteza es de color rojiza o marrón

amarillento brillante, que se desprende en forma continua en capas delgadas translucidas, en las ramas jóvenes la corteza externa aumenta considerablemente su diámetro aparente el espesor de la corteza y varía entre 2 y 2,4 mm.

b) Hojas

Las hojas son compuestas imparipinadas con un número 3 foliolos de 15 a 23 mm por lo general los foliolos son de color verde claro a verde oscuro, brillante en el haz, glabros y con el envés blanquecino- grisáceo y pubescente, sus nervaduras son bien marcadas, en cualquier de las especies del genero el tamaño de la hoja puede variar según las condiciones donde crece, siendo más grandes en terrenos húmedos.

c) Flores

Sus flores son incompletas: sin corola ni nectario, se agrupan en racimos con 5 a 10 flores cada uno, flores son aproximadamente de 5mm de ancho, con unos 20 a 28 estambres.

d) Fruto

El fruto es de 5 mm de largo por 4 mm de ancho, es una drupa con cuatro aristas determinadas en cortos aguijones, en la época de fructificación normalmente ocurre entre Junio y Septiembre.

e) Semillas

En muchos lugares de la sierra no se encuentra semillas viables en los frutos, debido a las dicogamia y la polinización anemófila del género, por lo que ello ocurre principalmente en árboles aislados. En tales condiciones solo se consigue semilla viable en bosques de cierta estación.

2.2.5. Propagación del género *Polylepis*

Kessler y Driesch (1993), citado Martínez y Villarte (2009) mencionan que las especies de *Polylepis* tiene dos estrategias reproductivas: Por semillas y mediante el enraizamiento de ramas postradas.

La queñua se propaga por vía sexual mediante las semillas y por vía asexual (siendo ésta última la más conveniente), mediante estacas, esquejes y acodos; estos tres últimos son los más utilizados y recomendados por sus altos índices de prendimiento en relación con el poder germinativo de la semilla (Miranda, 2013).

2.2.5.1. Propagación sexual

La propagación sexual se define, como el proceso que consiste en la fusión de dos gametos haploides de diferente sexo, para dar origen a una nueva célula, llamada huevo o cigoto, capaz de desarrollarse en una nueva planta (Rodríguez, Hoyos, & Falcon, 2000).

El rendimiento aproximado de la semilla de queñua es de un kilogramo (aproximadamente 100 000 semillas) por cada cinco kilogramos de material recolectado (Hoyos, 2004).

2.2.5.2. Propagación vegetativa

Ipizia (2011) menciona que la propagación asexual o propagación vegetativa de los individuos es a partir de órganos vegetativos; es decir, que cada planta produce otras nuevas genéticamente idénticas a ella, que se han originado de órganos vegetales sólo por división celulares o mitosis. Estas divisiones mitóticas de las células

duplican el genotipo de la planta; esta duplicación genética se denomina clonación y a la descendencia se les llama clones. Entonces, un clon es un grupo de dos a más individuos genéticamente idénticos que se desarrollaron a partir del mismo progenitor por medios vegetativo. Esto es posible, porque cada célula de la planta contiene la información genética necesaria para generar una planta entera. A esta propiedad de las células vegetativas vivientes de las plantas se le llama totipotencia. Se puede obtener nuevas plantas a partir de hojas, tallos, raíces o meristemas. Lo que ocurre es que de estas partes vegetativas (tallos o raíces) o por medio de su unión por injerto, estacas o acodos, se forman raíces o yemas adventicias. Raíces adventicias son aquellas que se originan de cualquier otra parte de la planta diferente de las raíces, del embrión y sus ramas. Yemas y ramas adventicias son las que se originan en cualquier parte de la planta diferente a la yema terminal, yemas laterales o latentes de los tallos.

Según Ipizia (2011) las raíces adventicias son de dos tipos: raíces pre formadas, comúnmente llamadas chupones o chichones, como ocurre en la Queñua y el Aliso, que se desarrollan en los tallos cuando todavía están adheridas a la planta madre, pero que no emergen hasta después que se corta la porción de tallo.

Para Rojas (2004) la propagación vegetativa, se define como la multiplicación de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces, tallo, ramas, hojas) esto es posible debido a que las células vegetales conservan la capacidad de regenerar la estructura de la planta, esta capacidad se debe a la totipotencia, es decir, que cada célula vegetal viviente contiene en su núcleo la información genética necesaria para reconstituir todas las partes de la planta y sus

funciones a través de la reproducción somática basada exclusivamente en mitosis (p. 28).

Limaico (2011) “según experiencias realizadas demuestran que la mejor manera de propagación es por el método asexual, ya que con las investigaciones hechas, se ha comprobado que con dicho método han obtenido un mayor porcentaje de prendimiento con el 30 %” (p. 36).

2.2.5.3. Importancia de la propagación vegetativa

La propagación asexual las características heredadas del progenitor pueden ser conservadas. En realidad la nueva planta es la continuación del crecimiento y desarrollo del progenitor. Esta forma de reproducción tiene la ventaja de reproducir exactamente el árbol del que tomamos el vástago, además se obtienen árboles del mismo sexo que tiene la planta madre (Huanca , 2011).

Finalmente se puede decir que la gran razón para utilizar la reproducción vegetativa especialmente de queñua por la baja viabilidad de la semilla y por consiguiente el bajo porcentaje de geminación de la misma, lo cual determina una reproducción sexual extremadamente (Hoyos, 2004).

2.2.5.4. Métodos de propagación vegetativa

La forma de reproducción más común para el género *Polylepis* es por segundo método es utilizando estacas convencionales y también es posible reproducirlas exitosamente por acodo lo cual nos indica que la propagación por esquejes convencionales tiene mayor porcentaje de prendimiento ya que presenta varias ventajas (Huanca, 1993).

a) Acodo

Huaca (1993) dice “El acodado es un método de propagación en el cual se provoca la formación de raíces adventicias, a un tallo que está todavía adherido a la planta madre, luego el tallo enraizado, se separa para convertirlo en una nueva planta que crece sobre sus propias raíces” (p. 7).

Para Rojas (2004) las raíces que se producen en un acodo que tienen el mismo origen que las provenientes de las estacas, se formarán ya sea a partir de meristemas existentes, donde va a tener lugar una actividad inicial y a continuación una diferenciación celular que conducirá a una reorganización o a partir de los islotes meristemáticos, donde las células se van a diferenciar y dar nacimiento a un meristemo radical y entonces las raíces se podrán desarrollar (p. 26).

La propagación por acodos, principalmente aérea es rápida y eficiente utilizando tierra y estiércol o aserrín como sustrato. También se puede emplear acodos basales tipo aporque. Sin embargo la propagación por acodo es limitada y solo debe usarse en pequeña escala (Pretell, 1985).

b) Estacas

Se define "como una porción de rama que, separada de la planta madre y plantada en condiciones adecuadas, emite raíces y brotes, dando lugar a una planta igual a aquella de la que proviene" (Rodríguez et al. 2000).

Huanca (1993) concluye que la propagación por estacas se refiere a que una parte del tallo, de la raíz o de la hoja se separa de la planta madre, se coloca bajo condiciones ambientales favorables y se le induce a formar raíces y tallos,

produciendo así una nueva planta independiente que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta de la cual procede en la mayoría se obtienen segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, con la mira de que al colocarlas en condiciones adecuadas, produzcan raíces adventicias y en consecuencia plantas independientes (p.17).

Ipizia (2011) indica que en la propagación por estacas, se corta de la planta madre una porción de tallo o raíz, después de lo cual esa porción se coloca en ciertas condiciones ambientales favorables, induciendo a que se formen raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva.

Dentro de las estacas existe una clasificación teniendo: estacas de madera dura, estacas de madera semidura (siempre verdes) siendo el caso de la queñua, estacas de hoja, de raíz, etc (Hartmann y Kester, 1999).

CONIF (2000) tiene las siguientes consideraciones: Se prefiere estacas basales que apicales, el tamaño no es de importancia si tiene raíces preformadas, basta con 10 a 15 cm. de longitud, el diámetro de la estaca debe ser aproximadamente entre 0,5 cm. y 2 cm, lo importante es asegurar que esté lignificada y existan raíces preformadas. Cada estaca debe tener por lo menos tres yemas, al preparar la estaca se deben hacer cortes diagonales, tanto en la base como en la punta se deben seleccionar por tamaño, generalmente de 4 tamaños, al momento de establecerlas en la platabanda, las más grandes se ubicarán en el primer bloque, luego la de menor tamaño, y así sucesivamente (p. 2).

La propagación por estacas es ventajosa, ya que de unas cuantas plantas madres es posible iniciar muchas plantas nuevas en un espacio limitado. Este

método de propagación vegetativa es económico, rápido, simple y no requiere técnicas especiales como los injertos. La planta, por lo general, se reproduce exactamente sin cambio genético. Sin embargo, no siempre es recomendable reproducir las plantas totalmente por estacas aunque sea posible. Siempre es necesario usar un patrón resistente a alguna condición adversa del suelo, a organismos patógenos que viven en el terreno (Ipizia , 2011).

Se tiene información acerca de estacas convencional de queñua plantadas en campo definitivo, sólo prenden en sitios con buenos suelos y humedad adecuada. El tamaño recomendable de la estaca es de 30 cm de largo y 1,5-2 cm de diámetro (Pretell, 1985).

2.2.5.5. Propagación vegetativa por esqueje

Hartmann y Kaster (1999) dice que la propagación por esquejes, consiste en que de la planta madre se corta una porción de tallo, raíz u hoja; después de lo cual esa porción se coloca bajo ciertas condiciones ambientales favorables y se induce a que forme raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva, independiente idéntica a la planta madre, en las especies que se pueden propagar por esquejes éste método tiene numerosas ventajas, de unas cuantas plantas madres es posible iniciar nuevas plantas en un espacio limitado, es económico, rápido, simple y no requiere las técnicas especiales de injerto. La planta madre por lo general, se reproduce exactamente sin cambio genético (p. 21).

Según Hoyos (2004) afirma que bajo adecuadas condiciones medio ambientales, un fragmento de un órgano vegetativo de la planta desarrollara nuevas

raíces y brotes llegando a constituirse en una nueva planta; estos se denominan esquejes y es la forma más simple de reproducción.

El empleo de esquejes o ramillas llamadas también estacas apicales, es el método confiable y recomendable para propagar el queñua, para lograr buenos resultados el esqueje debe tener por lo menos cinco raíces preformada (especie de chichones o protuberancias), las cuales se buscan debajo de la corteza inferior de la rama (Mendoza, 2010).

Ipiztia (2011) indica que en nuestro medio son conocidas como ramillas terminales o esquejes. Son obtenidas de especies leñosas siempre verdes. Las cuales deben ser tomadas en periodo de inicio de lluvias. Sus dimensiones varían entre 7 y 15 cm, de largo, reteniendo las hojas de la parte superior. Si éstas fueran muy grandes deben reducirse para evitar la pérdida de agua y permitir un menor espaciamiento en la cama de cultivo. Con frecuencia se usan las puntas de las ramas, pero las partes basales del tallo también enraízan. El corte basal se hace justamente debajo de un nudo. Es recomendable obtener el material en las primeras horas de la mañana, cuando los tallos están turgentes y mantenerlos envueltos en una tela húmeda. Se deben proteger del sol todo el tiempo.

2.2.5.6. Ventajas de la propagación por esquejes

Hoyos (2004) coinciden en manifestar que esta forma de propagación es la más adecuada para el género por las siguientes razones:

a) Se obtiene porcentajes altos de prendimiento, cuando la técnica se aplica correctamente.

b) La extracción del material vegetal (esquejes) no afecta a los árboles "semilleros" en su normal desarrollo. Asimismo existe un menor riesgo de entrada (al árbol) de patógenos por heridas de menor tamaño, que cuando se propaga por estacas.

c) La recolección y traslado del material vegetal (esquejes) al vivero no implica grandes costo.

Hay muchas ventajas en cultivar material a partir de esquejes. En primer lugar, una mayoría de especies son aptas para reproducirse por este sistema en un periodo de tiempo razonablemente corto. En la mayoría de los casos, además, los esquejes enraizados poseen las mismas características de la planta madre; además, con este método creamos un sistema radicular fibroso y, como consecuencia de ello, los plantones serán más fáciles de trasplantar y las raíces más fáciles de podar. Una de las pocas desventajas de este método es que a menos que se cuente con esquejes relativamente gruesos, será necesario esperar cierto tiempo para obtener una planta atractiva, aunque si bien es cierto este tiempo es más corto que al utilizar semillas. La propagación por esquejes es aconsejable para especies que normalmente no producen semillas viables, o cuyas semillas pierden rápidamente su capacidad germinativa. Una de dichas especies es queñua (Huanca , 2011).

2.2.5.7. Factores que influyen en la propagación por esquejes

Hoyos (2004) indica que en la propagación por esquejes depende de las condiciones inherentes de los esquejes y de las condiciones ambientales durante el periodo de formación de raíces.

a) Época de recolección

La recolección de esquejes se debe realizar poco después de iniciada la época de lluvias, lo cual probablemente se debe a que la zona generatriz o cambium es más activo cuando se tiene mayor humedad (Soto, 1995).

Aguirre (1988) recomienda coleccionar esquejes para *polylepis* entre los meses de mayo y septiembre para la propagación en vivero, mientras que para plantación directa en el terreno definitivo se prefiere los meses de noviembre a febrero (época de lluvia), que es cuando las raíces preformadas son más notorias entre los entrenudos. En algunos lugares donde las condiciones de humedad son mejores es posible recolectarlas durante todo el año.

Para Hartmann y Kester (1999) "la estación del año en que se recolectan estacas apicales puede tener enorme influencia sobre los resultados obtenidos y puede ser la clave para obtener un enraizamiento exitoso".

2.2.5.8. Selección del material vegetativo

Martínez (2008) expresa "La presencia de hojas y yemas, tratamientos hormonales y las condiciones ambientales (iluminación, temperatura, humedad relativa, medio de enraíce) son propicias para que induzcan al enraizado" (p. 72).

Todos sabemos que para obtener un esqueje basta con sacar una rama de la planta y plantarla, con este simple sistema algunos esquejes llegarían a enraizar, pero una mayoría moriría en el intento cuidando algunas variables, el porcentaje de esquejes enraizados será mucho mayor (Martínez, 2008).

a) Selección de árboles madre

Hartmann y Kester (1999) manifiestan que para la propagación por esquejes la fuente u origen del material es de gran importancia y las plantas madres de las cuales se obtengan dicho material, deben poseer las siguientes características:

- a) Estar libres de enfermedades y plagas
- b) Ser fieles al nombre y tipo.
- c) Mostrar un crecimiento vegetativo activo y una alta capacidad regenerativa

Además, se recomienda la recolección de los esquejes de árboles viejos, aislados y en mayor cantidad de aquellos que estén ubicados en zonas húmedas. También es necesario que los árboles madre tengan buenas características fenotípicas, fuste recto, copa bien formada, sano, libre de plagas y enfermedades, etc, (Soto, 1995).

La nutrición de la planta madre puede ejercer una fuerte influencia en el desarrollo de las raíces. Factores internos, tales como el contenido de auxina, de co-factores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos pueden desde luego, influir en la iniciación de las raíces como lo mencionan (Hartmann y Kester, 1999).

b) Presencia de raíces preformadas

La propagación de esquejes se debe considerar la presencia de “chichones” que se dan preferentemente en los meses lluviosos. No obstante en algunos lugares como Puno-Perú, o Sajama - Bolivia, los esquejes o ramillas apicales presentan escasas formaciones de chichones y muchas veces no presentan ninguna. En este caso se

recogen ramas con abundantes ramillas y a partir de éstas se preparan estacas tipo talón que posibilitan éxitos mayores a 60% de prendimiento.

c) Tipo de madera o rama seleccionada

Se sabe que en la composición bioquímica de un árbol como de una rama, existe una marcada diferencia desde la base hasta el ápice. Esto explica que cuando se toma esquejes de diferentes partes de la rama de un árbol, se observa variaciones en la producción de raíces (Aguirre, 1988).

Por esta razón Hoyos (2004) recomienda que la extracción de esquejes se la realice preferentemente de las ramas bajas por ser éstas las que tienen las mayores posibilidades de presentar raíces adventicias. Por otra parte los esquejes que emergen de la rama principal se consideran de buena calidad, así también aquellos que son tomados de la parte apical de las ramas.

Otros autores como Aguirre (1988) dice que los esquejes están en cualquier parte de la rama adulta, pero es recomendable recolectar aquellas que se encuentran en la parte media de la rama y ésta rama a su vez debe encontrarse en la parte media del árbol, en forma de ramillete con hojas verdes en la punta. Es mejor recoger el material temprano por la mañana y mantenerlos siempre frescos y turgentes, envolviéndolos en sobres manila o en bolsas de polietileno; puesto que la exposición de los esquejes al sol aun por unos cuantos minutos causa serios daños. Para el traslado de los esquejes, estos deben ser protegidos de los rayos solares, ya sea sumergiéndolos en agua o embalados en materiales que eviten la pérdida de humedad.

d) Características de un esqueje

De acuerdo a Hartmann y Kester (1999) para la obtención de esquejes es de suma importancia escoger el material adecuado de la planta madre, aunque éste varía enormemente según la especie que se trate. Por lo tanto es necesario saber reconocer las ramas adecuadas. Así se tiene que el mejor material para esquejes tiene cierto grado de flexibilidad, pero está lo suficientemente maduro para romperse cuando se dobla demasiado, en cambio aquellas ramas tiernas, suaves, de crecimiento rápido no son convenientes, ya que es probable que se deterioren antes de enraizar; como tampoco deben recolectarse aquellos tallos viejos y leñosos, ya que enraízan con dificultad. Extraídos algunos esquejes se procede a remover el ritidoma que recubre el tallo para verificar la presencia de los chichones, una vez comprobada su presencia, no será necesario repetir la operación en los demás esquejes.

e) Longitud y diámetro de los esquejes

Según Padilla (2005) varios casos en propagación vegetativa de especies forestales y muy poco se sabe del efecto de la longitud de las estacas (esqueje) para el enraizamiento.

No obstante la longitud de los esquejes varía generalmente entre 7 a 12 cm de largo y el corte deberá ser limpio y sin rasgaduras y lo más cerca de la rama principal (Hartmann y Kester, 1999).

Olivera (1992) indica que el grosor del tallo de los esquejes debe ser el de una lapicera, vale decir aproximadamente 1 cm de diámetro.

2.2.5.9. Tratamiento de las estacas o esquejes

Aguillar y Borel (1994) en el Proyecto Arbolandino utilizaron remojo en agua para la propagación vegetativa en el prendimiento de brotes de queñua, lo que resulta accesible para las familias campesinas.

2.2.6. Enraizadores naturales

Reymel y Manta (2002) realizó el estudio del comportamiento de tres activadores naturales en el prendimiento y enraizamiento de estacas de Algarrobo *Prosopis sp.*, encontrando máximos porcentajes de enraizamiento con un 54 % a los 49 días, bajo un tratamiento con miel de abeja.

Condori (2006) menciona que en la aplicación de enraizadores naturales con extracto de sauce en la propagación vegetativa de Arce (*Acer negundo*) dio mejores resultados. Asimismo con la aplicación de agua de coco obtuvo un porcentaje de prendimiento de 65 %.

2.2.7. Bases fisiológicas en la formación de raíces

2.2.7.1. Auxinas

Hurtado y Merino (1994) mencionan que las auxinas se sintetizan en el ápice de crecimiento (ápice apical) y tejidos jóvenes (hojas y yemas). En cuanto a la acción de las auxinas en la formación y el desarrollo de raíces, ésta se efectúa en dos períodos básicos: a) Período de iniciación, donde se forman los meristemos. b) Período de elongación y crecimiento de la raíz, donde la punta de la raíz crece hacia afuera a través de la corteza.

Ipizia (2011) menciona que las auxinas de origen natural, intervienen en el crecimiento del tallo, formación de raíces, inhibición de yemas laterales, en la caída de hojas, frutos, y en la activación de las células del cambium. Las auxinas intervienen en la división y diferenciación celular, y formación de raíces adventicias que se forman de los tallos. Durante la formación de las raíces adventicias en tallos tratados con auxinas, las células inicialmente se dividen en forma desorganizada para dar lugar a una masa de tejido que se asemeja a un tumor y que recibe el nombre de callo, para posteriormente formar los primordios radiculares.

2.2.7.2. Auxinas naturales

Las auxinas existen en forma natural en las plantas, son productos elaborados en el metabolismo vegetal. Los principales centros de síntesis de las auxinas son los tejidos apicales meristemáticos de los órganos aéreos tales como los brotes en eclosión, hojas jóvenes, pedúnculos en crecimiento, flores e inflorescencias y en pequeñas cantidades se sintetiza en los meristemos de apicales de raíz (Maldonado, 1990).

2.2.7.3. Mecanismos de acción

Hartmann y Kester (1998) indican que la auxina inicia un mecanismo de acidificación (liberación de protones), en la membrana citoplasmática; con la disminución del pH se activan enzimas estos hidrolizan los componentes de la pared celular y se suelta la pared; el potencial (debido a la presión) disminuye; entra agua, volumen celular aumenta; la célula crece; aún no está claro cómo se inicia

la bomba de protones; también hay un efecto de la auxina sobre el metabolismo de ácidos nucleicos y proteínas.

2.2.7.4. Transporte

Según Villarroel (1990) indica que las auxinas se dirigen desde el ápice a la base pero no en sentido contrario, tanto en la raíz como en el tallo muchas de las respuestas y correlaciones del crecimiento realizado por la auxina depende precisamente de este carácter de su desplazamiento. A esto se debe que la auxina producida por la yema apical de una rama puede desplazarse y afectar el crecimiento de la misma.

2.2.8. Sustrato

Condori (2006) señala que un sustrato es la mezcla de distintos materiales utilizados en un vivero entre los que encontramos tierra vegetal, tierra negra, arenilla, lama, guano, compost y tierra de lugar y el sustrato que se quiere utilizar debe contener un mayor número de nutrientes y una textura franco limosa a franco arcillosa. En este sustrato las plántulas crecen y se desarrollan hasta su establecimiento en plantación.

INFOAGRO (2016) menciona “Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, un soporte para la planta (p.1).

Es importante la facilidad del mecanismo del llenado de las bandejas de multiplicación, además de la necesidad de que requiere un sustrato principalmente

fibroso. Por ello los sustratos para la multiplicación se suelen basar en mezclas de turba y tierra (Colli, 2005).

Hoyos (2004) indican que "el sustrato es la tierra en la cual se crían o se desarrollan las plantas" y sus componentes pueden ser:

a) Tierra. Componente básico que de acuerdo a las características puede variar en el contenido nutritivo y las condiciones de drenaje cuando se le agrega otros componentes.

b) Arena. Componente que se utiliza para mejorar las condiciones de la tierra, con la finalidad de tener un mejor enraizamiento, favorecer la filtración de agua y evitar el endurecimiento del sustrato.

c) Abono. Sustancia de origen animal o vegetal que puede o no ser agregado a la tierra o arena (sustrato) esto para complementar los elementos nutritivos necesarios para un buen desarrollo de las plantas.

d) Turba. La turba está formada por restos de vegetación acuática, de pantanos o maristas, que han sido conservados debajo del agua en estado de descomposición parcial, mencionado por Hartmann y Kester, (1999).

d) Humus. Según Silva (2000) indica que: "El humus también es considerado una sustancia descompuesta a tal punto que es imposible saber si es de origen animal o vegetal. Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables" (p. 20).

2.2.9. Propiedades requeridas en los sustratos o mezcla

Rojas (2004) señala “El proceso de mezclado es uno de los pasos más importantes en la elaboración del medio de cultivo que se haya previsto emplear, la mejor calidad de todos los componentes de un sustrato queda anulada o minimizada si no ha habido una buena mezcla” (p.37).

Castañeda (1989), citado por Condori, (2006) señala que hay medios y mezclas que se usan y tienen propiedades en común, las cuales son esenciales para una planta:

- a) Medio consistente y denso para que las estacas permanezcan en su lugar durante el enraizado.
- b) Retentivo en humedad, que no necesite ser regado con demasiada frecuencia.
- c) Debe ser poroso, de modo que el exceso de agua se drene, permitiendo una duración adecuada.
- d) Libre de hierbas, nematodos y patógenos.
- e) Debe tener un pH adecuado para que la estaca se pueda propagar

2.2.10. Funciones del sustrato

Segun Quispe (2013) las planitas requieren continuamente agua para su crecimiento y para otros procesos fisiológicos como la transpiración; dicha agua debe ser suministrado por medio del sustrato en que se encuentran. Las raíces de plantas están constituidas por tejidos vivos que necesitan gastar energía para crecer y para los procesos fisiológicos. La energía para dichas actividades fisiológicas es

generada por la respiración aerobia, lo cual requiere un suministro continuo de oxígeno. El producto de, esta respiración es CO_2 , el cual puede acumularse en niveles tóxicos si no se dispersa en la atmósfera. Por consiguiente el sustrato debe ser lo suficiente poroso como para proporcionar un cambio eficiente de oxígeno y dióxido de carbono.

2.2.11. Medio de enraíce

Hartmann y Kester (1999) mencionan que las estacas de muchas especies de plantas enraízan con facilidad en una gran diversidad de medios, pero en aquellas que lo hacen con dificultad puede tener gran influencia el tipo de medio de enraíce que se use no solamente en el porcentaje de estacas enraizadas sino también en el sistema radicular formado.

De acuerdo a Hartmann y Kester (1999) el medio de enraíce tiene tres funciones:

- a) Mantener a las estacas en su lugar durante el periodo de enraizamiento.
- b) Proporcionar humedad.
- c) Permitir la penetración del aire a la base de la estaca

2.2.12. Desinfección del sustrato

Hoyos (2004) recomiendan la desinfección del sustrato, para evitar la proliferación de enfermedades, hongos y microorganismos que puedan dañar las plántulas. En viveros grandes la desinfección se la realiza utilizando productos químicos como el Formol al 40 %, Bromuro de metilo, etc., pero el manejo de los mismos requiere de manos expertas; no obstante también es posible desinfectar con agua hervida

siendo éste un procedimiento menos costoso y de fácil ejecución.

Según Callisaya (1999) denota que para evitar la presencia de larvas de insectos y hongos que puedan dañar a las plántulas recomienda hacer una desinfección del sustrato que puede ser:

a) Usando agua hirviendo, que se aplica 15 litros para 2 m² de sustrato con una regadera de ducha fina, 24 horas antes de la siembra; donde el éxito depende de una buena distribución del agua en el sustrato.

b) Utilizando formaldehído (250 cm³ de formol al 10 % disuelto en 15 litros de agua), distribuido en 3 m² de sustrato, para protegerlo se debe usar un plástico para evitar la evaporación de los gases. Después de 48 horas se destapa y se comprueba que el olor penetrante del formol haya desaparecido.

2.2.13. Condiciones ambientales para el enraizamiento

Gallego (2001) menciona que cuando se corta un esqueje y se lo pone a enraizar, la ramita o esqueje sufre un shock terrible, esto debido a que se le corta el suministro de agua y de alimentos provenientes de las raíces. Además las células del tallo deben cambiar completamente su función; mientras el esqueje estaba unido a la ahora, debe brotar raíces. Aunque todas las células de la planta están preparadas para realizar cualquier función, el proceso del cambio es duro y extenuante. Se debe lograr que este cambio se produzca de la forma menos traumática para la planta de manera que retome su crecimiento lo antes posible.

Por esta razón Hartmann y Kester (1999) mencionan que para tener éxito en lograr el enraizamiento de esquejes, las condiciones ambientales requeridas son

temperaturas adecuadas, una atmósfera conducente a bajas pérdidas de agua, luz amplia pero no excesiva y un medio de enraizamiento limpio, húmedo, aireado y bien drenado.

2.2.13.1. Relaciones con el agua (Humedad)

Aunque la presencia de hojas en las estacas (esquejes) constituye un fuerte estímulo para la iniciación de raíces, la pérdida de agua por las hojas puede reducir el contenido de agua de las estacas a un nivel tal que ocasione su muerte antes de que pueda efectuarse la formación de raíces (Hartmann y Kester, 1999).

De acuerdo a Gallego (2001) el principal riesgo para los esquejes en los primeros días es la deshidratación. No tienen raíces por lo que no pueden absorber agua ni nutrientes. Para evitar que se deshidraten y mueran hay que situar los esquejes en un lugar de humedad elevada (más de 90 %).

2.2.14. Temperatura

De acuerdo a Hartmann y Kester (1999) para el enraizamiento de estacas de la mayoría de las especies son satisfactorias temperaturas diurnas de 21 a 27 °C con temperaturas nocturnas de 15 °C. La temperatura del aire excesiva tiende a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de las raíces y por lo tanto aumenta la pérdida de agua por las hojas. Es importante que las raíces se desarrollen antes que el tallo.

La temperatura de los esquejes es otra variable decisiva en los índices de supervivencia. Cuanto más estable y constante sea (día y noche) mejor. La temperatura ideal sería 25°C a 28°C en las raíces y tres o cuatro grados menos

entorno a las hojas, lo que minimiza la transpiración, y por lo tanto la deshidratación de los esquejes según (Gallego, 2001).

2.2.14.1. Luz

Según Hartmann y Kester (1999) en todos los tipos de crecimiento y desarrollo de las plantas, la luz es de importancia primordial como fuente de energía para la fotosíntesis. En el enraizamiento de estacas (esquejes), los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y crecimiento de las raíces.

También es importante mencionar que durante el proceso de enraizamiento los esquejes no necesitan mucha luz. Basta con colocarlos en un rincón abrigado para protegerlo del sol directo (Gallego, 2001).

2.2.15. Desarrollo anatómico de las raíces en los esquejes

Ipizia (2011) señala que las raíces adventicias son aquellas que se originan de cualquier otra parte de la planta diferente de las raíces, del embrión y sus ramas. También menciona que las raíces adventicias son de dos tipos: raíces pre-formadas, comúnmente llamadas chupones o chichones, como ocurre en la Queñua y el Aliso, que se desarrollan en los tallos cuando todavía están adheridas a la planta madre, pero que no emergen hasta después que se corta la porción de tallo. Las raíces de lesiones se desarrollan o emergen sólo luego que se tiene el material de propagación listo; es una respuesta al efecto de la lesión del corte como ocurre con el sauce, el sauco, el álamo o el pajuro. Los cambios que visiblemente se aprecian en el material a propagar son los siguientes:

a) Formación de raíces iniciales en ciertas células cercanas a los haces vasculares,

las que se han vuelto meristemáticas por diferenciación.

b) Desarrollo posterior de estas raíces en primordios de raíces organizadas.

c) Desarrollo y emergencia de estos primordios radicales y los tejidos conductores del propio material a propagar.

Para Hartmann y Kester (1999) el proceso de desarrollo de las raíces adventicias en las estacas de tallo puede dividirse en tres fases, las cuales se detallan más adelante.

2.2.15.1. Iniciación de los primordios de raíz

Según Quispe (2013) en muchas plantas su formación es después que se ha hecho la estaca, la misma que en plantas herbáceas se inicia afuera y entre los haces vasculares, las que dividiéndose forman grupos de células para constituir el primordio de raíz que se conecta con el haz vascular adyacente. Al emerger del tallo, la raíz adventicia generalmente tiene diferenciada una cofia y los sistemas de tejidos ordinarios de la raíz, así como una conexión vascular completa (p. 25).

2.2.15.2. Iniciales de raíces preformadas

En algunas plantas, las iniciales de raíz adventicias se forman durante el desarrollo del tallo intacto y están presentes cuando se obtienen las estacas. Estas están latentes hasta que son colocadas en condiciones ambientales favorables. Las iniciales de raíz preformadas no es esencial para el enraíce (Quispe, 2013).

2.2.15.3. Callo y emergencia de las nuevas raíces

Según indica Quispe (2013) en estacas colocadas en condiciones favorables, se

forma un callo en su extremo basal, como una masa irregular de células parenquimatosas en diversos estados de lignificación que se originan de células de la región del cambium vascular y el floema adyacente. Con frecuencia, las primeras raíces aparecen a través del callo, conduciendo esto a la suposición de que la formación de callo es esencial para el enraizado, sin embargo son independientes. El hecho de que con frecuencia ocurra de manera simultánea se debe a su dependencia de condiciones internas y ambientales análogas.

2.3. Definición de términos

Ahilamiento.- Plantas débiles por falta de aire y de luz.

Amida.- Son derivados de los ácidos carboxílicos. Todas las amidas contienen un átomo de nitrógeno unido a un grupo carbonilo.

Amonio.- Radical monovalente formado por un átomo de nitrógeno y cuatro de hidrógeno, y que en sus combinaciones tiene semejanzas con los metales alcalinos.

Aurícula.- Prolongación de la parte inferior del limbo de las hojas.

Autogamas.- Se dice de las plantas que poseen sus órganos de reproducción tanto como femenino como masculino en la misma flor, puede auto fecundarse.

Capacidad de campo.- Cantidad de agua mantenida en el suelo después de riego abundante o lluvia fuerte.

Capacidad de infiltración.- Velocidad a la cual el agua se mueve a través del suelo.

CIC.- Es la capacidad que tiene el suelo de retener e intercambiar cationes.

Dosis.- Cantidad empleada de un producto.

Fitohormona.- Sustancias orgánicas producidas por las plantas, las hormonas vegetales actúan como estimulantes en distintos procesos fisiológicos.

Híbrido.- Se dice del vegetal procreado por individuos de diferentes especies.

Inflorescencia.- Forma en que aparecen colocadas las flores al brotar en las plantas.

Leñoso.- Es la parte más consistente de los vegetales.

Pecíolo.- Pezón o rabillo de la hoja.

Pivotante.- Raíz que penetra en el suelo perpendicularmente y a gran profundidad.

pH.- Índice usado para la expresión cuantitativa de la acidez de una disolución acuosa. La neutralidad corresponde a un $\text{pH} = 7$, las disoluciones de pH inferior a 7 serán ácidas y alcalinas o básicas las de pH superior a 7.

Precipitación.- Agua, tanto en forma líquida como sólida, que cae sobre la superficie de la tierra

Radícula.- Parte del embrión destinada a ser la raíz de la planta.

Raquilla.- Es la base de cada flor en la espiguilla.

Riego.- Aplicación artificial de humedad al suelo con el propósito de suplir humedad adecuada, esencial para el crecimiento de las plantas.

Semillero.- Sitio donde se siembra los vegetales que luego han de trasplantarse.

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La investigación es tipo experimental, ya que existe el manejo de variables bajo condiciones controladas en vivero en el proceso de propagación y crecimiento, los cuales son sometidos a análisis y explicación técnica de los resultados obtenidos.

3.2. Diseño de la investigación

Para el estudio de investigación se utilizó el diseño experimental completamente al azar (DCA), con arreglo factorial de 2 factores (AxB) con tres niveles para el factor A y para el factor B con cuatro niveles; con tres repeticiones y 12 tratamientos con una prueba de medias de Tukey y Duncan a un nivel de significancia del 5 %.

3.2.1. Factores

Los factores a estudiar en la presente investigación fueron:

Factor A Enraizadores y sus niveles

Enraizador 0 (a_0) : Sin enraizador (Testigo)

Enraizador 1 (a_1) : Agua de coco puro

Enraizador 2 (a_2) : Extracto de sauce

Factor B Sustrato y sus niveles

Sustrato 0 (b_0) : tierra (Testigo)

Sustrato 1 (b_1) : turba (50 %) + humus (25 %)+ arena (25 %)

Sustrato 2 (b_2) : turba (50 %) +arena (50 %)

Sustrato 3 (b_3) : turba (50 %) humus (50 %)

Tabla 4. Factores de estudio evaluados en la propagación de queñua

Factores de estudio A. Enraizadores B. Sustratos	
Niveles A	Niveles B
a₀ Sin enraizador	b₀ Tierra de vivero
a₁ Agua de coco puro	b₁ Turba (50 %) +humus (25 %)+ arena (25 %)
a₂ Extracto de sauce	b₂ Turba (50 %) +arena (50 %)
	b₃ Turba (50 %) + humus (50 %)

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Combinación factorial

Según tabla 5 se ha realizado la combinación factorial para unidad experimental.

Tabla 5. Combinación factorial para cada unidad experimental.

Sustrato. B	b₀	b₁	b₂	b₃
Enraizadores. A				
a₀	a ₀ b ₀	a ₀ b ₁	a ₀ b ₂	a ₀ b ₃
a₁	a ₁ b ₀	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₃
a₂	a ₂ b ₀	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃

Fuente: Elaboración propia

Tratamientos utilizados en el experimento

- T₁ a₀b₀ : (sin enraizador) + (tierra)
- T₂ a₀b₁ : (sin enraizador) + (turba2 + humus 1+ arena1)
- T₃ a₀b₂ : (sin enraizador) + (turba2 +arena2)
- T₄ a₀b₃ : (sin enraizador) + (turba2+ humus 2)
- T₅ a₁b₀ : (Agua de coco) + (tierra)
- T₆ a₁b₁ : (Agua de coco) + (turba2 + humus1+ arena1)
- T₇ a₁b₂ : (Agua de coco) + (turba2 +arena2)
- T₈ a₁b₃ : (Agua de coco) + (turba2+humus 2)
- T₉ a₂b₀ : (extracto de sauce) + (tierra)
- T₁₀ a₂b₁ : (Extracto de sauce) + (turba2 + humus1+ arenal)
- T₁₁ a₂b₂ : (Extracto de sauce) + (turba2 +arena2)
- T₁₂ a₂b₃ : (Extracto de sauce) + (turba2+ humus 2)

Aleatorización de tratamientos

Repeticiones	R ₁	a ₀ b ₀	a ₀ b ₁	a ₀ b ₂	a ₀ b ₃	a ₁ b ₀	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₃	a ₂ b ₀	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃
	R ₂	a ₁ b ₀	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₃	a ₂ b ₀	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃	a ₀ b ₀	a ₀ b ₁	a ₀ b ₂	a ₀ b ₃
	R ₃	a ₂ b ₀	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₃	a ₀ b ₀	a ₀ b ₁	a ₀ b ₂	a ₀ b ₃	a ₁ b ₀	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₃

Figura 1. Croquis del experimento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 1 se presenta el croquis del experimento donde se encuentra las 3 repeticiones con los 12 tratamientos y un total de 36 unidades experimental.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Se utilizó la población de los esquejes de queñua de la siguiente manera:

a) Número de esquejes con tratamiento:	900,00
b) Número de unidades experimentales:	36,00
c) Número de esquejes por unidad experimental:	25,00
d) Número total de esquejes por tratamiento:	75,00

3.3.2. Muestra

La muestra estuvo compuesto por 108 esquejes, y submuestra por 216 esquejes, los cuales se obtuvieron de las 36 unidades experimentales, se seleccionó 3 muestras y 6 submuestra de cada tratamiento.

A los 30 días 3 muestras y 6 submuestras, los 60 días 3 muestras y 6 submuestras, a los 90 días 3 muestras y 6 submuestras y 3 muestras y 6 submuestras para el laboratorio de forma aleatoria.

3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos

Observación directa: Esta técnica se utiliza para el caso de observaciones de campo donde se realizó la recolección de los datos como porcentaje de prendimiento, longitud de esqueje y raíz, número de hojas, brotes y raíces.

Observación indirecta: Esta técnica se utilizó para el caso de observaciones mediante laboratorio para el análisis.

Características de las variables evaluadas

a) Porcentaje de prendimiento (%)

Para la evaluación del porcentaje de prendimiento se realizó a los 30, 60 y 90 días después del trasplante, por conteo simple y luego se demostró en porcentaje las plantas vivas a la conclusión, utilizando la siguiente fórmula.

$$\%P = \frac{NPV}{NPT} \times 100$$

%P = Porcentaje de prendimiento

NPV= Número de plantas vivas

NPT= Número de plantas totales

b) Altura de esquejes (cm)

La altura se evaluó cada 30 días llegando hasta los 90 días después del trasplante, la medida fue tomada desde la superficie del sustrato hasta al ápice del tallo con la ayuda de una regla. Para esta variable se hizo la medida del incremento de altura de los esquejes.

c) Número de hojas (unidad)

El registro sobre el número de hojas se realizó mediante un conteo simple en el tallo principal y de los brotes, el cual en intervalos de 30 días, hasta la conclusión del experimento.

d) Número de brotes (unidad)

Para la evaluación del número de brotes se recabo datos intervalos de 30 días después del trasplante, mediante un conteo simple.

e) Longitud de la raíz (cm)

A los 30, 60 y 90 días de instalación se procedió a medir con la ayuda de una regla desde la base del tallo hasta el ápice de la raíz más larga

f) Número de raíces (unidad)

Para la evaluación del número de raíces se recabo datos cada 30 días después del trasplante, mediante un conteo simple.

g) Materia seca de raíces (%)

Se realizó al final del ensayo a los 90 días, para la cual se utilizó una balanza electrónica graduada en gramos, en el laboratorio de la Universidad José Carlos Mariátegui, se procedió de sacar la funda, luego una limpieza de la raíz seguidamente se cortó con bisturí el sistema radicular en la base del tallo de 72 plantas, se pesaron cada sistema radicular y se puso en fundas de papel para realizar el secado en la estufa a 60 °C durante 48 horas (Viteri, 1997), luego se procedió a sacar de la estufa obteniendo el peso de materia seca de raíces a cada uno de los tratamientos por separados.

3.5. Ubicación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el vivero forestal de la empresa minera Southern Perú Copper Corporation Villa Cuajone, Distrito Torata, Provincia Mariscal Nieto, Región de Moquegua.

3.5.1. Ubicación geográfica

Latitud sur : 17° 4'33,87"

Longitud oeste : 70°49'2,65"

Altitud : 2 773 msnm

3.5.2. Características del campo experimental

a) Área total parcela experimental

- Largo : 10,00 m

- Ancho : 10,00 m

- Área Total : 100,00 m²

b) Área neta parcela experimental

- Largo : 10,00 m

- Ancho : 4,00 m

- Área Total : 40,00 m²

c) Datos meteorológicos del experimento

La tabla 6 muestra los datos meteorológicos registrados durante la etapa del experimento desde el 15 de diciembre del 2016 al 16 de marzo del 2017, donde se observa que la temperatura máxima registrada se evidencio durante las tercera y cuarta semana de enero de la misma forma la cuarta semana de febrero y la primera semana de marzo con 47,00 °C en relación a la temperatura mínima se registró en la primera semana de marzo con 13,50 °C, sin embargo la máxima temperatura promedio se registró en la tercera semana de diciembre 2017 con 33,86 °C respectivamente, en lo relacionado a la humedad relativa máxima se registró entre la tercera semana de enero y 4 semana de febrero; con 93,67 % y finalmente la

humedad relativa mínima se registró la primera semana de diciembre del 2016 y la 3 semana de marzo del 2017 con 40,10 % respectivamente.

Tabla 6. Datos meteorológicos registrados durante la etapa del experimento

Variables climatológicas	T. Max (°C)	T.Min (°C)	T.		H. R		
			Prom (°C)	H.R. Max (%)	Min (%)	H. R Prom (%)	
Mes Diciembre 2016	Semana 1 (15 a 18)	36,21	14,44	25,33	69,48	40,10	54,79
	Semana 2 (19 a 25)	36,04	15,07	25,56	83,14	45,90	64,52
	Semana 3 (26 a 01)	45,21	22,50	33,86	80,50	70,00	75,25
Mes Enero 2017	Semana 1 (2 a 08)	36,21	18,40	27,31	90,00	72,50	81,25
	Semana 2 (9 a 15)	36,04	15,07	25,56	91,50	80,50	86,00
	Semana 3 (16 a 22)	47,00	14,50	30,75	93,67	80,10	86,89
	Semana 4 (23 a 29)	47,00	14,60	30,80	90,00	60,00	75,00
Mes Febrero 2017	Semana 1 (30 a 05)	44,45	14,75	29,60	83,14	78,10	80,62
	Semana 2 (6 a 12)	45,21	15,00	30,11	91,00	85,00	88,00
	Semana 3 (13 a 19)	45,55	14,50	30,03	91,95	84,10	88,03
	Semana 4 (20 a 26)	47,00	15,00	31,00	93,67	80,10	80,10
Mes Marzo 2017	Semana 1 (27 a 05)	47,00	13,50	30,25	60,00	50,00	55,00
	Semana 2 (6 a 12)	36,20	14,50	25,35	60,00	50,10	55,05
	Semana 3 (13 a 16)	38,00	15,00	26,50	69,48	40,10	54,79

Fuente: Elaboración propia, con la ayuda de hidrómetro en el "in situ" del experimento

En la tabla 6 la temperatura durante el experimento fue temperatura de máxima de 41,94 °C temperatura mínima de 15,49 °C con un promedio 28,71 °C.

Quispe (2013) indica para la propagación de queñua en las diferentes especies se recomienda realizarlo en una época húmeda y con muy buenas temperaturas, debido a que requieren una temperatura promedio de 30 a 35 °C y las temperaturas muy bajas llegarían a influir en el prendimiento, lo cual debe considerarse conforme a las características climáticas del lugar en donde se quiere propagar (p. 77). Así mismo indicamos las temperaturas mínimas y máximas proporcionados SENAMHI del sitio del experimento ver en Apéndice tabla A20.

3.6. Metodología

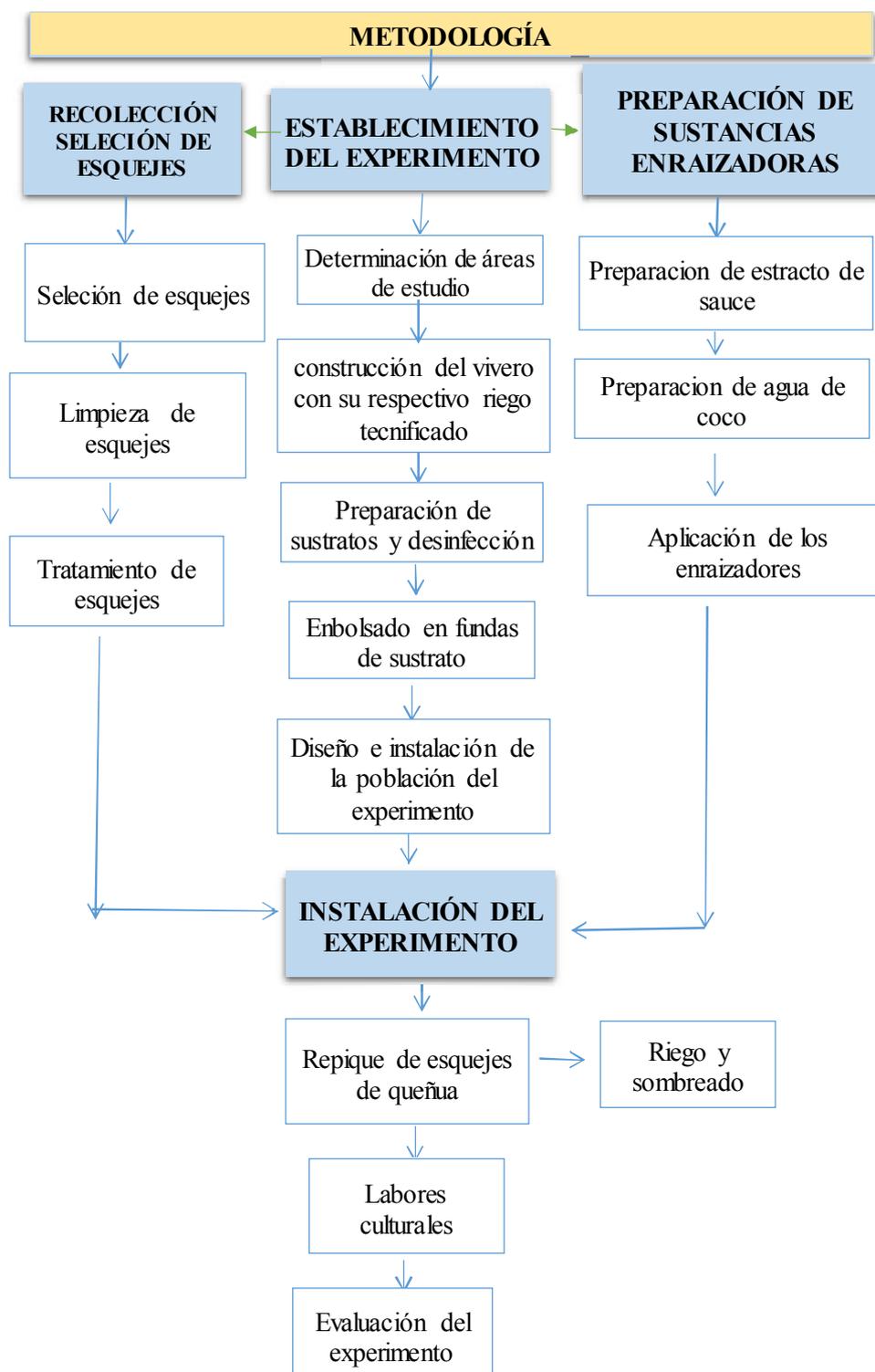


Figura 2. Metodología de ejecución de trabajo de investigación

Fuente: Elaboración propia

3.7. Materiales e insumos

En la investigación se utilizó los siguientes materiales e insumos:

3.7.1. Equipos

- GPS
- Balanza digital
- Flexómetro
- Estufa

3.7.2. Materiales y herramientas

- | | |
|-------------------|---------------------|
| - Pala | - Fierro |
| - Fundas | - Alambres |
| - Zaranda | - Malla milimétrica |
| - Picota | - Baldes |
| - Rastrillo | - Regla |
| - Tijera de podar | - Regadera |
| - Carretilla | - Manguera |
| - Maderas | - Formol |

3.7.3. Materiales de gabinete

- | | |
|-----------------------------------|----------|
| - Cámara fotográfica | -Tablero |
| - Libreta de campo | -Papel |
| - Equipo de computación | |
| - Planillas para la toma de datos | |

3.7.4. Insumos

3.7.4.1. Material vegetativo

Para esta investigación se utilizaron 900 esquejes de queñua los cuales se recolectaron del campamento minero Villa Botiflaca Cuajones Torata de la región Moquegua

3.7.4.2. Sustancias enraizadoras

Extracto de sauce (100 % pureza)

Agua (jugo) de coco (100 % pureza)

Agua normal (testigo)

3.7.4.3. Sustrato

Arena

Turba

Humus

Tierra del vivero (testigo)

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.8.1. Selección de pruebas estadísticas

3.8.1.1. Análisis de varianza y prueba de significación

Para el análisis de datos las variables en estudio se emplearon el análisis de variancia (ANVA), usando la prueba F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 para la comparación de múltiples de medias entre las medias utilizará la prueba de

significación de Tukey y Duncan a una probabilidad $\alpha = 0,05$.

Tabla 7. Análisis de varianza para un factorial (AxB) de un diseño completo al azar (DCA) para la propagación de queñua con la aplicación de enraizadores y sustratos.

FV	GL	SC	CM	Fc	F tabular		Sig
					0,05	0,01	
Factor A	2	SCA	$\frac{SCA}{a-1}$	$\frac{CMA}{CMError}$			
Factor B	3	SCB	$\frac{SCB}{b-1}$	$\frac{CMB}{CMError}$			
A*B	6	SCAB	$\frac{SCAB}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{CMAB}{CMError}$			
Error	24	SCError	$\frac{CMError}{Ab(r-1)}$				
Total	35	SCTotal					

Fuente: Montgomery, 2004

1. Hipótesis:

a) Respecto al factor enraizadores

$$H_0: \alpha_i = 0, i = 1, \dots, v$$

$$H_A: \alpha_i \neq 0, \text{ para cualquier } i$$

b) Respecto al factor sustratos

$$H_0: \beta_j = 0, j = 1, \dots, d$$

$$H_A: \beta_j \neq 0, \text{ para cualquier } j$$

c) Respecto a la interacción A x B

$$H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0, i = 1, \dots, v, j = 1, \dots, d$$

$$H_A: (\alpha\beta)_{ij} \neq 0, \text{ para cualquier } ij$$

2. Nivel de significación

$$\alpha = 0,05 \text{ y } 0,01$$

3. Estadística de prueba

- a) Para enraizadores (A)

$$F = \frac{CM_{enraizador}}{CM_{error}}$$

- b) Para sustratos (B)

$$F = \frac{CM_{sustrato}}{CM_{error}}$$

- c) Para la interacción (A x B)

$$F = \frac{CM_{AxB}}{CM_{error}}$$

4. Regla de decisión

$F_c \leq F_{0,05}$ no se rechaza la H_0

$F_{0,05} < F_c < F_{0,01}$ se rechaza la H_0 , representándola por *

$F_c > F_{0,01}$ se rechaza la H_0 , representándola por **

5. Cálculos

a) Factor de corrección (FC) = $\frac{Y^2}{ABn}$

b) $SC_{total} = \sum_{i=1}^v \sum_{j=1}^d \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - FC$

c) $SC_{tratam.} = \frac{\sum_{i=1}^v \sum_{j=1}^d Y_{ij.}^2}{n} - FC$

d) $SC_{enraizador} = \frac{\sum_{i=1}^v Y_{i.}^2}{Bn} - FC$

e) $SC_{sustrato} = \frac{\sum_{j=1}^d Y_{.j}^2}{An} - FC =$

f) $SC_{VxD} = SC_{tratamientos} - SC_{(A)} - SC_{(B)}$

$$SC_{error} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij.}^2}{n}$$

6. Coeficiente de variabilidad

$$C.V. = \frac{\sqrt{CM_{error}}}{\bar{Y}} \times 100$$

7) Procesamiento y análisis remplazando los factores

Tabla 8. Combinación factorial del experimento

Sustratos. S	s ₀	s ₁	s ₂	s ₃
Enraizadores. E				
e ₀	e ₀ s ₀	e ₀ s ₁	e ₀ s ₂	e ₀ s ₃
e ₁	e ₁ s ₀	e ₁ s ₁	e ₁ s ₂	e ₁ s ₃
e ₂	e ₂ s ₀	e ₂ s ₁	e ₂ s ₂	e ₂ s ₃

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se presenta la combinación factorial donde se remplazó el Factor A por Enraizadores E y el Factor B por Sustratos S de la misma forma la Interacción AxB por Interacción ExS. Para su mayor comprensión y dar un sentido estrictamente a nuestro estudio se utilizó en la tabulación y presentación de resultados.

Para análisis de varianza de todas de las variables de estudio se utilizó de 6 submuestra de cada tratamiento de los cuales se obtuvo promedios de cada 2 submuestra obteniéndose 3 muestra, con los cuales se realizó la prueba de ANVA.

3.8.2. Manejo de la investigación

3.8.2.1. Preparación de área del ensayo

La preparación del sitio destinado para el ensayo, se realizó mediante una nivelación del suelo en forma manual, luego se eliminaron toda clase de malezas y se retirará

todo material ajeno al suelo como piedras, pedazos de madera, clavos, etc. dentro del vivero.

3.8.2.2. Preparación del sustrato

El sustrato se conformó de tierra, turba, humus y arena los cuales se recolecto en sitio de campamento minero. Seguidamente se procedió a tamizar con una zaranda pequeña para eliminar terrones y material vegetal.

Se preparó 0,44 m³ de cada uno de los sustratos empleados en la investigación dando en total 1,76 m³ para llenar 900 fundas. Ver tabla 10.

Preparación del sustrato y desinfección

El sustrato se preparó con arena, compost y turba, luego se realizó el desmenuzado y tamizado con el propósito de eliminar los terrones de mayor tamaño y de conseguir una mezcla homogénea. Posteriormente también se procedió a realizar una desinfección en caso de turba se hizo la desinfección con formol (a un 20% de mezcla con agua) para evitar la contaminación de posibles enfermedades, lo cual se realizará por recomendaciones de Mendoza (2010).

Posteriormente se realizó la mezcla de cada sustrato en una relación como se tiene:

Sustrato 0:	Tierra (Testigo)
Sustrato 1:	turba (50 %) + humus (25 %)+ arena (25 %)
Sustrato 2:	turba (50 %) +arena (50 %)
Sustrato 3:	turba (50 %)+humus (50 %)

En la tabla 9 de análisis de suelo para cada sustrato se realizó en la Unidad Operativa Laboratorio Ambiental San Agustín de Torata.

Según Ayala (2009) menciona “la preparación de un suelo es dotarlo de buenas propiedades físicas, en especial la aireación, entre el suelo arcilloso y otro arenoso” (p. 135). Las principales diferencias que se observa en los resultados entre los sustratos: pH, Potasio, conductividad eléctrica, nitrógeno total y fosforo asimilable, materia orgánica, los cuales justifican la diferencia de los parámetros encontrados en las diferentes variables estudiados

Tabla 9. *Análisis de los sustratos evaluados en la propagación vegetativa de esquejes de queñua*

MUESTRA	Código de Laboratorio	M-021	M-022	M-023	M-024
	Código de Cliente	Sustrato 0 (s0)	Sustrato 1 (s1)	Sustrato 2 (s2)	Sustrato 3 (s3)
pH	Und	8,35	8,24	8,46	8,12
CE	mS/cm	0,16	0,98	0,81	1.26
CIC	meq/100g	24,48	26,64	41,28	80,40
Nitrogeno Total	%	0,12	0,58	0,25	0,78
Fosforo Asimilable	ppm	39	31	16	34
Materia Orgánica	%	2,69	10,81	9,03	48,03
Potasio	ppm	384	422	676	1998
Magnesio	ppm	182	638	164	1281
Calcio	ppm	2574	5258	2502	10416
Sodio	ppm	200	282	200	554
Clase Textural	Clase	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco arcillo Arenoso

Fuente: UOLASAT, 2017

Para mayor comprensión para su interpretación nos basamos los parámetros y métodos utilizados en el análisis de conforme al informe de ensayo ver en Apéndices tabla A 22.

3.8.2.3. Enfundado o embolsado

Se procedió a colocar el sustrato en las fundas de polietileno, cuyas dimensiones fueron de 13 x 15 cm con ocho perforaciones, para el llenado de la funda se utilizó una pala apta, con la ayuda de los dedos se trató de llenar todos los espacios vacíos de la funda con el fin de evitar que se formen bolsas de aire en las parte inferior de la funda.

Para calcular la cantidad de sustrato que contiene una funda se lo multiplico el largo por el ancho y por el diámetro de la funda: $0,13 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 0,10 \text{ m} = 0,00195 \text{ m}^3 \times 225 \text{ unidades} = 0,44 \text{ m}^3$ a la vez se calculó la cantidad necesaria de cada sustrato para el llenado de las fundas esto se observar.

Tabla 10. Componentes del sustrato

Componentes de sustrato	Sustrato 0 (s ₀)		Sustrato 1 (s ₁)		Sustrato 2 (s ₂)		Sustrato 3 (s ₃)		Total
	%	m ³							
Turba			50	0,22	50	0,22	50	0,22	0,66
Tierra de vivero	100	0,44							0,44
Humus			25	0,11			50	0,22	0,33
Arena			25	0,11	50	0,22			0,33
Total	100	0,44	100	0,44	100	0,44	100	0,44	1,76

Fuente: Elaboración propia

3.8.2.4. Selección y recolección del material vegetativo

Los esquejes se recolectaron del sector forestal de Cuajone, donde seleccionó árboles madre, los cuales mostraron estar en buenas condiciones sanitarias, además que reunirán las características fenotípicas adecuadas (árboles madres con una

altura mayor a dos metros y mayor presencia de chichones), como lo recomienda Hoyos (2004). Se seleccionaron arboles sanos y vigorosos de aproximadamente 2,5 metros de altura y se seleccionaron esquejes de aproximadamente 0,5 a 1 cm de diámetro y 15 a 25 cm de longitud.

3.8.2.5. Propagación de esquejes

Una vez recolectados los esquejes se procedió a seleccionar por tamaño y es importante que se realice en el mismo lugar de extracción. Luego, debe quitarse las hojas inferiores fisiológicamente maduras (flores y frutos que tuviese el esqueje) y se retendrá una o dos hojas superiores, dejando solo el área apical, esta operación es necesaria para evitar que el esqueje pierda humedad rápidamente (Gallego, 2001)

En base a la anterior información la preparación de los esquejes consistió en eliminar una parte de las hojas, además se eliminaron todas las subramillas laterales, con el fin de minimizar el potencial del tejido de pudrición bajo el sustrato y de minimizar la transpiración foliar, dejando simplemente un par de hojas laterales y una yema apical, de la misma manera se eliminará cuidadosamente la corteza (ritidoma) que protege el tallo de los esquejes con la finalidad de facilitar el desarrollo de las raíces preformadas (“chichones”), yemas adventicias y estos esquejes se cortarán a una longitud de 10 a 16 cm, según lo recomienda (Callisaya, 1999).

3.8.2.6. Enraizadores

Preparación de enraizadores

Para el experimento se prepararon dos sustancias que serán seleccionadas debido a

que mostraron buenos resultados en otras investigaciones.

Para el caso del extracto de sauce se siguió el procedimiento de Condori, (2006) se recolectó de ramas de sauce, para posteriormente molerse a una relación de 2,5 kilos de sauce en 4 litros de agua seguidamente se pasó sobre un colador de malla para obtener el extracto de sauce libre de material extraño y libre de restos de sauce para luego dejarlo en un remojo de 24 horas para que tenga una mayor concentración. En el caso del agua de coco se utilizó cocos y de cada coco se obtuvo 200 a 250 ml de agua aproximadamente.

Aplicación de enraizadores

Los esquejes fueron puestos en dos recipientes que en los cuales contenían un enraizador diferente (agua de coco y extracto de sauce), donde los tallos estuvieron a 5 cm de la solución, para que recubran los “chichones” de la parte basal, dejando en los enraizadores por 24 horas según Condori (2006).

Tabla 11. *Dosificación de los enraizadores*

Enraizador	Descripción	Tiempo (recomendación de autores 24 horas)
e ₀	Testigo agua	2 litros de agua
e ₁	Agua de Coco	1,20 lt de agua de coco al 100 %
e ₂	Extracto de Sauce	2,5 kilos de sauce en 4 litros de agua. Extracto de sauce

Fuente: Elaboración propia

Trasplante de los esquejes

De acuerdo a Gallego (2001) los esquejes deben ser repicados en las bolsas según el tamaño. Se debe iniciar con los de mayor tamaño, así se evitará que al crecer haya

competencia entre ellos por la luz. Además deben repicarse muy juntos para favorecer la conservación de la humedad.

Para el trasplante se utilizó un repicador según Hoyos (2004) con el cual se realizaron hoyos de aproximadamente 5 cm de profundidad para el anclado del esqueje de manera inclinada debido a que los esquejes de queñua presentan una curvatura en los tallos y así se sujetó de la parte superior y se presionó fuerte el sustrato para evitar que queden espacios vacíos los cuales perjudicarían al enraizamiento.

3.8.2.7. Labores culturales

Riego: Se realizó cada día en las primeras dos semanas (las cuales fueron para mantener una humedad adecuada) y luego se redujeron un riego cada 2 días de acuerdo del requerimiento, sucesivamente se ha regado 2 veces a la semana, en los últimos veces no se ha regado por la presencia de la precipitaciones pluviales. Sistema de riego utilizado fue riego por micro aspersores durante todo el manejo del experimento.

Desmalezado: Se lo realizó a partir del primer mes, periódicamente que consistió en retirar las malezas con mucho cuidado sin dañar las plantas en estudio.

Toma de datos

En la investigación se tomaron datos desde el primer día instalación seguidamente a los 30 días, 60 días y 90 días para las diferentes variables hasta la conclusión del experimento, para determinar la variable materia seca de raíz se realizó a 90 días en el laboratorio

Control fitosanitario

Se realizó en el momento oportuno, se presentó la presencia de hongos podredumbre de la raíz la cual fue controlada con la fumigación de fungicida

Abonamiento

Se realizó con la aplicación de un abono foliar, para que facilite el desarrollo vegetativo a los 90 días con la recomendación de los jurados de la tesis

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Primera evaluación

4.1.1.1. Porcentaje de prendimiento (%) a los 30 días

Tabla 12. Análisis de varianza porcentaje de prendimiento a los 30 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular 0,05	F tabular 0,01	Sig.
Enraizadores	2	488,000	244,000	3,33	3,400	5,610	NS
Sustratos	3	204,444	68,148	0,93	3,010	4,720	NS
Interacción ExS	6	219,556	36,592	0,50	2,510	3,670	NS
Error experimental	24	1760,000	73,333				
Total	35	2672,000					

CV: 9,51 %

NS (no significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 del análisis de varianza para porcentaje de prendimiento (%) los 30 días se observa que no hubo diferencia en factor E enraizadores, por lo tanto en el campo experimental fue homogénea; Para el Factor S sustratos el resultado fue no

de 4,47 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ho y rechazamos la Ha.

Tabla 14. Prueba de significación de Duncan de altura de esqueje (cm) para el factos enraizadores naturales

Enraizadores	Promedio (cm)	Significación 0,05	OM
e ₁ : Agua de coco puro	5,98	a	1°
e ₂ : Extracto de sauce	5,85	a	1°
e ₀ : Sin enraizador (Testigo)	5,34	b	2°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 de Duncan de altura de esqueje (cm) se observa que e₁ y e₂ estadísticamente son iguale obteniendo 5,98 y 5,85 cm quedando en último lugar e₀ con 5,34 cm.

Tabla 15 Prueba de significación de Duncan de altura de esqueje (cm) para el factor tipos de sustrato

Sustratos	Promedio (cm)	Significación 0,05	OM
s ₁ : turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %)	6,31	a	1°
s ₃ : turba (50 %) humus (50 %)	5,88	b	2°
s ₂ : turba (50 %) +arena (50 %)	5,51	c	3°
s ₀ : tierra (Testigo)	5,26	c	3°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 de Duncan de altura de esqueje (cm) a los 30 días se observa que s_1 logró el mayor promedio con 6,31 cm estadísticamente son diferentes con s_3 que obtuvo 5,88 cm, quedando en último lugar el s_0 con 5,26 cm.

4.1.1.3. Número de hojas (unidad) a los 30 días

Tabla 16. *Análisis de varianza de número de hojas a los 30 días*

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular	Sig.
Enraizadores	2	0,930	0,465	4,785	3,400 5,610	**
Sustratos	3	2,750	0,916	9,428	3,010 4,720	**
Interacción ExS	6	0,958	0,159	1,624	2,510 3,670	NS
Error Experimental	24	2,333	0,097			
Total	35	6,972				

CV: 15,81 %

** (altamente significativo), NS (no significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 del análisis de varianza para el número de hojas a los 30 días para el factor E enraizadores, los resultados son altamente significativo al menos uno causo mayor efecto sobre variable de estudio, donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes; Para factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes; En lo referente de interacción E x S no se halló significancia estadística; por lo tanto, los factores principales actuaron independientemente uno del otro; El coeficiente de variabilidad de 15,81 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981). Por lo tanto para factor E y S rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , para la Interacción ExS aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a .

Tabla 17. Prueba de significación de Tukey de número de hojas a los 30 días para el factor enraizadores.

Enraizadores	Promedio (Unidad)	Significación 0,05	OM
e ₁ : Agua de coco puro	2,13	a	1°
e ₂ : Extracto de sauce	2,04	a	1°
e ₀ : Sin enraizador (Testigo)	1,75	b	2°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 de la prueba de Tukey para número de hojas a los 30 días se observa que el enraizador e₁ y e₂ estadísticamente son iguales obteniendo 2,13 y 2,04 unidades de hojas, quedando el último lugar e₀ con 1,75 unidades de hojas

Tabla 18. Prueba de significación de Tukey de número de hojas a los 30 días para el factor tipos de sustratos

Sustratos	Promedio (Unidad)	Significación 0,05	OM
s ₁ : turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %)	2,39	a	1°
s ₃ : turba (50 %) humus (50 %)	2,05	b	2°
s ₀ : Tierra (Testigo)	1,72	c	3°
s ₂ : turba (50 %) +arena (50 %)	1,72	c	3°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18 de prueba de Tukey de número de hojas a los 30 días se observa que el sustrato s₁ logró el mayor promedio con 2,39 hojas y estadísticamente son diferentes a los de más tratamientos quedando el último lugar el s₀ y s₂ con 1,72 unidades de hojas.

4.1.1.4. Número de brotes (unidad) a los 30 días

Tabla 19. *Análisis de varianza de número de brotes a los 30 días*

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular	Sig.
Enraizadores	2	1,430	0,715	20,600	3,400 5,610	**
Sustratos	3	1,520	0,506	14,600	3,010 4,720	**
Interacción ExS	6	1,291	0,215	6,1999	2,510 3,670	**
Error experimental	24	0,833	0,034			
Total	35	5,076				

CV: 15,78 %

** (altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 del análisis de varianza de número de brotes a los 30 días para Factor E enraizadores y S sustratos, los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes.

Para la interacción se observa que hay alta significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de S y viceversa.

Por lo tanto se requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones de los comportamientos de los niveles en consideración al otro factor. El coeficiente de variabilidad de 15,78 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , para la Interacción ExS aceptamos la H_a y rechazamos la H_0 .

Tabla 20. Análisis de varianza de efectos simples de número de brotes a los 30 días

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F. T		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	0,167	0,056	1,600	3,01	4,72	NS
E en s ₁	3	2,167	0,722	20,800	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	0,000	0,000	0,000	3,01	4,72	NS
E en s ₃	3	0,389	0,130	3,733	3,01	4,72	*
S en e ₀	2	0,000	0,000	0,000	3,40	5,61	NS
S en e ₁	2	2,396	1,198	34,500	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	0,417	0,208	6,000	3,40	5,61	**
Error	24	0,833	0,035				

Fuente: Elaboración propia *(Significativo), ** (altamente significativo), NS (no significativo)

En la tabla 20 nos muestra el análisis de efectos simples de número de brotes a los 30 días, No se encontró significación estadística cuando se combina el Factor E enraizadores con el s₀ y con s₂, sin embargo los resultados se halló alta significancia estadística cuando se combina enraizadores s₁ y significativo con s₃; Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el factor S sustratos, en e₁ y e₂; sin embargo, no existe diferencias estadísticas cuando se combinan con e₀.

Tabla 21. Prueba de significancia de Tukey de efecto simple de enraizadores x sustratos

E en s ₀	N ⁰	Sig. 0,05	E en s ₁	N ⁰	Sig. 0,05	E en s ₂	N ⁰	Sig. 0,05	E en s ₃	N ⁰	Sig. 0,05
e ₁	1,17	a	e ₁	2,17	a	e ₁	1,00	a	e ₁	1,50	a
e ₀	1,00	a	e ₂	1,33	b	e ₂	1,00	a	e ₂	1,17	b
e ₂	0,83	a	e ₀	1,00	c	e ₀	1,00	a	e ₀	1,00	b

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 se observa en los resultados de la prueba de significación de Tukey de efectos simples para Factor E enraizadores se observa que la combinación de mayor promedio es e_1s_1 con 2,17 brotes seguido del e_1s_3 con 1,50 brotes en de menor promedio es la combinación e_0s_0 con 0,83 brotes. Cuando se combina los enraizadores con s_0 y s_2 estadísticamente son iguales. Para promedios ver Apéndices tabla A4.

Tabla 22. Prueba de significación de Tukey de efectos simples de número de brotes a los 30 días sustratos x enraizadores

S en	N ⁰	Sig.	S en	N ⁰	Sig.	S en	N ⁰	Sig.
e_0		0,05	e_1		0,05	e_2		0,05
s_0	1,00	a	s_1	2,17	a	s_1	1,33	a
s_1	1,00	a	s_3	1,50	b	s_3	1,17	b
s_2	1,00	a	s_0	1,17	c	s_2	1,00	b
s_3	1,00	a	s_2	1,00	d	s_0	0,83	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de Tukey en la tabla 22 de efectos simples de número de brotes a los 30 días se observa que la aplicación de Factor S sustrato en e_0 estadísticamente son iguales, cuando se combina los sustratos con e_1 y e_2 estadísticamente son diferentes

Se observa que la combinación e_1s_1 logro el mayor promedio con 2,17 brotes seguido del e_1s_3 con 1,50 brotes en de menor promedio es la combinación e_2s_0 con 0,83 brotes respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A4.

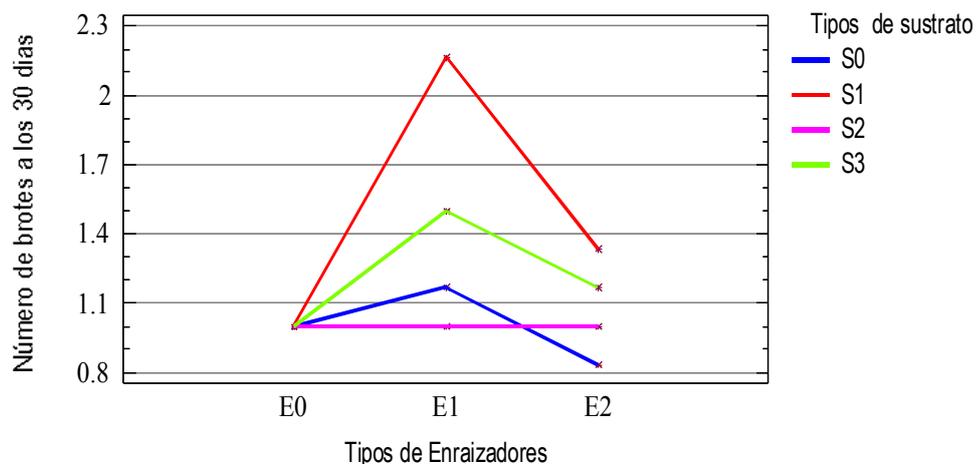


Figura 3. Interacción de enraizadores x sustrato para número de brotes a los 30 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 muestra de interacción ExS a los 30 días que se presenta gráficamente, nos indica que el enraizador e₁ tiene mayor efecto al inicio de enraizamiento combinado con los sustratos destacando el sustrato s₁ seguido por e₂ con todos los sustratos y destacando el s₁ respectivamente.

4.1.1.5. Longitud de raíz (cm) a los 30 días

Tabla 23. Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 30 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular	Sig.
Enraizadores	2	6,680	3,340	13,268	3,400 5,610	**
Sustratos	3	13,263	4,421	17,563	3,010 4,720	**
Interacción ExS	6	1,819	0,303	1,204	2,510 3,670	NS
Error experimental	24	6,042	0,251			
Total	35	27,805				

CV= 45,16 % ** (altamente significativo), NS (no significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 del análisis de varianza para longitud de raíz a los 30 días para Factor E enraizadores naturales, los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes.

Para Factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes.

En lo referente de interacción ExS no se halló significancia estadística; por lo tanto, los factores principales actuaron independientemente uno del otro; El coeficiente de variabilidad de 45,16 % alto para la variabilidad de la muestra al inicio del ensayo.

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ho y rechazamos la Ha.

Tabla 24. Prueba de significación de Tukey de longitud de raíz a los 30 días para el factor enraizador.

Enraizadores	Promedio (cm)	Significación 0,05	OM
e ₁ : Agua de coco puro	1,58	a	1°
e ₂ : Extracto de sauce	1,21	a	1°
e ₀ : Sin enraizador (Testigo)	0,54	b	2°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 de la prueba de Tukey para longitud de raíz a los 30 días se observa que el enraizador e₁ y e₂ estadísticamente son iguales obteniendo 1,58 y 1,21 cm, quedando el último lugar e₀ con 0,54 cm

En la tabla 26 del análisis de varianza para número de raíces a los 30 días para Factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes; Para Factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes.

En lo referente de interacción ExS no se halló significancia estadística; por lo tanto, los factores principales actuaron independientemente uno del otro.

El coeficiente de variabilidad de 35,47 % alto para la variabilidad de la muestra del número de raíces al inicio del ensayo.

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ho y rechazamos la Ha.

Tabla 27. Prueba de significación de Tukey de número de raíces a los 30 días para el factor enraizadores

Enraizadores	Promedio (unidad)	Significación 0,05	OM
e ₁ : Agua de coco puro	2,25	a	1°
e ₂ : Extracto de sauce	1,33	b	2°
e ₀ : Sin enraizador (Testigo)	0,87	c	3°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 de la prueba de Tukey para número de raíces a los 30 días se observa que el enraizador e₁ agua de coco logró el mayor promedio con 2,25 raíces seguido del enraizador e₂ extracto de sauce con 1,33 raíces y en el último lugar el enraizador e₀ testigo con 0,87 raíces.

Tabla 28. Prueba de significación de Tukey de número de raíces a los 30 días para el factor sustratos

Sustratos	Promedio (unidad)	Significación 0,05	OM
s ₃ : turba (50%) humus (50%)	2,44	a	1°
s ₁ : turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %)	2,22	a	1°
s ₂ : turba (50 %) +arena (50 %)	1,00	b	2°
s ₀ : Tierra (Testigo)	0,27	c	3°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28 de prueba de Tukey de número de raíces a los 30 días se observa que el sustrato s₃ y s₁ estadísticamente son iguales obteniendo 2,44 y 2,22 raíces, estadísticamente son diferente a los demás tratamiento, quedando el último lugar s₀ que obtuvo 0,27 raíces.

4.1.2. Segunda evaluación

4.1.2.1. Porcentaje de prendimiento (%) a los 60 días

Tabla 29. Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento (%) a los 60 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular 0,05	F tabular 0,01	Sig.
Enraizadores	2	7928,00	3964,00	114,346	3,400	5,610	**
Sustratos	3	430,222	143,407	4,136	3,010	4,720	*
Interacción ExS	6	185,777	30,962	0,893	2,510	3,670	NS
Error experimental	24	832,000	34,666				
Total	35	9376,00					

CV= 8,03 % *(Significativo), ** (altamente significativo), NS (no significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 del análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 60 días para el factor E enraizadores los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Para factor S sustratos los resultados son significativo al menos uno causo mayor efecto sobre variable de estudio, donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. En lo referente de interacción ExS no se halló significancia estadística; por lo tanto, los factores principales actuaron independientemente uno del otro.

El coeficiente de variabilidad de 8,03 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ho y rechazamos la Ha.

Tabla 30. Prueba de significancia de Duncan de porcentaje de prendimiento a los 60 días para el factor enraizador

Enraizadores	Promedio (%)	Significación 0,05	OM
e ₁ : Agua de coco puro	88,00	a	1°
e ₂ : Extracto de sauce	79,00	b	2°
e ₀ : Sin enraizador (Testigo)	53,00	c	3°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30 de la prueba de Duncan porcentaje de prendimiento a los 60 días se observa que el enraizador e₁ agua de coco puro logró el mayor promedio con 88,00 % estadísticamente son diferentes entre tratamientos seguido del enraizador e₂ extracto de sauce con 79,00 % y en el último lugar el sin enraizador e₀ testigo con 53,80 %.

Tabla 31. Prueba de significancia de Duncan de porcentaje de prendimiento a los 60 días para el factor sustrato

Sustratos	Promedio (%)	Significación	OM
s ₁ : turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %)	77,33	a	1°
s ₃ : turba (50 %) humus (50 %)	76,00	a b	2°
s ₂ : turba (50 %) +arena (50 %)	71,11	b c	3°
s ₀ : Tierra (Testigo)	68,89	c	4°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31 de prueba de Duncan porcentaje de prendimiento a los 60 días se observa que el sustrato s₁ turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %) logró el mayor promedio con 77,33 % seguido del sustrato s₃ turba (50 %) humus (50 %) con 76,00 % y en el último sustrato s₀ testigo con 68,89 % respectivamente.

4.1.2.2. Altura de esqueje (cm) a los 60 días

Tabla 32. Análisis de varianza de altura de esqueje (cm) a los 60 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular 0,05	F tabular 0,01	Sig.
Enraizadores	2	29,531	14,765	314,002	3,400	5,610	**
Sustratos	3	7,682	2,560	54,454	3,010	4,720	**
Interacción ExS	6	1,335	0,222	4,734	2,510	3,670	**
Error experimental	24	1,128	0,047				
Total	35	39,677					

CV= 3,34 %

* *(altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32 del análisis de varianza de altura de esquejes a los 60 días para Factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes; para el factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Para la interacción ExS se observa que hay alta significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de S y viceversa, por lo tanto se requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones de los comportamientos de los niveles en consideración al otro factor; El coeficiente de variabilidad de 3,34 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ha y rechazamos la Ho.

Tabla 33. Análisis de varianza de efecto simple de altura de esqueje (cm) a los 60 días

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F. T		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	4,552	1,517	32,272	3,01	4,72	**
E en s ₁	3	12,822	4,274	90,907	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	6,945	2,315	49,241	3,01	4,72	**
E en s ₃	3	6,549	2.183	46,232	3,01	4,72	**
S en e ₀	2	1,066	0,533	11,333	3,40	5,61	**
S en e ₁	2	5,962	2,981	63,410	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	1,990	0,995	21,164	3,40	5,61	**
Error	24	1,128	0,047				

Fuente: Elaboración propia

** (altamente significativo)

En la tabla 33 nos muestra el análisis de efectos simples de altura de esqueje a los 60 días, se encontró altamente significativa el Factor E enraizadores con el sustrato s₀ testigo; sustrato s₁ turba (50 %) + arena (50 %); con sustrato s₂ turba (50 %) + Humus (25 %) + Arena (25 %) y sustrato s₃ Turba (50 %) + Humus (50 %).

Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el factor S sustrato con sin enraizador e₀ testigo; con enraizador e₁ agua de coco y e₂ extracto de Sauce.

Tabla 34. Prueba de significación de Duncan de efecto simple de altura de esqueje (cm) a los 60 días de enraizador x sustrato

E en	cm	Sig.									
s ₀		0,05	s ₁		0,05	s ₂		0,05	s ₃		0,05
e ₁	6,73	a	e ₁	8,68	a	e ₁	7,35	a	e ₁	7,62	a
e ₂	6,02	b	e ₂	7,05	b	e ₂	6,35	b	e ₂	6,85	b
e ₀	5,00	c	e ₀	5,77	c	e ₀	5,20	c	e ₀	5,55	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 34 de efectos simples de altura de esqueje a los 60 días se observa que el Factor E enraizadores muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor S sustratos siendo el de mayor promedio e₁s₁ con 8,68 cm seguido del e₁s₃ con 7,62 cm el de menor promedio es la combinación e₀s₀ con 5,00 cm respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A8.

Tabla 35. Prueba de significación de Duncan de efectos simples altura de esqueje (cm) a los 60 días tipos de sustrato x enraizador

S en	cm	Sig.	S en	cm	Sig.	S en	cm	Sig.
e ₀		0,05	e ₁		0,05	e ₂		0,05
s ₁	5,77	a	s ₁	8,68	a	s ₁	7,05	a
s ₃	5,55	a	s ₃	7,62	b	s ₃	6,85	ab
s ₂	5,20	b	s ₂	7,35	c	s ₂	6,35	b
s ₀	5,00	b	s ₀	6,73	d	s ₀	6,02	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 35 de efectos simples de altura de esquejes a los 60 días se observa que el Factor S sustratos muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor E enraizadores siendo el de mayor promedio s₁e₁ con 8,68 cm seguido del s₃e₁ con 7,62 cm en de menor promedio es la combinación s₀e₀ con 5,00 cm respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A8.

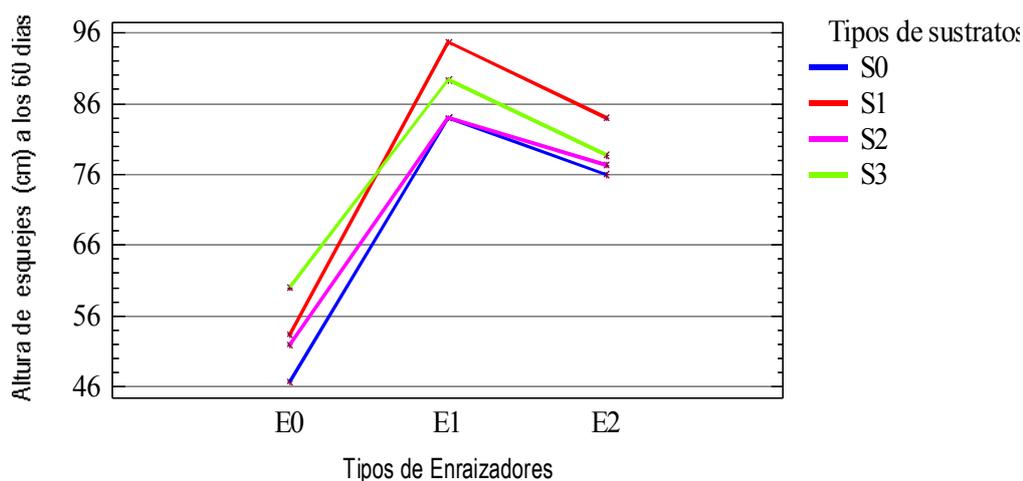


Figura 4. Interacción enraizadores x sustrato para altura de esqueje a los 60 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 muestra de interacción Enraizador x Sustrato para altura de esqueje a los 60 días que se presenta gráficamente, nos indica que e₁ enraizador agua de coco tiene mayor efecto combinado con los sustratos, destacando el sustrato s₁ turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %) seguido por enraizador e₂ extracto de sauce con todo los sustratos y destacando el sustratos s₁ turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %) respectivamente.

4.1.2.3. Número de hojas (unidad) a los 60 días

Tabla 36. Análisis de varianza de número de hojas a los 60 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular 0,05	F tabular 0,01	Sig.
Enraizadores	2	19,430	9,715	116,583	3,400	5,610	**
Sustratos	3	7,520	2,506	30,083	3,010	4,720	**
Interacción ExS	6	0,292	0,0486	0,583	2,510	3,670	NS
Error experimental	24	2,000	0,0833				
Total	35	29,243					

CV: 10,55 %

* *(altamente significativo), NS (no significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 36 del análisis de varianza para número de hojas a los 60 días para factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes; Para factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes, En lo referente de interacción ExS no se halló significancia estadística; por lo tanto, los factores principales actuaron independientemente uno del otro. El coeficiente de variabilidad de 10,55 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos

establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ho y rechazamos la Ha.

Tabla 37. Prueba de significación de Duncan de número de hojas a los 60 días para el factor de enraizador

Enraizadores	Promedio (Unidad)	Significación 0,05	OM
e ₁ : agua de coco puro	3,580	a	1°
e ₂ : extracto de sauce	2,833	b	2°
e ₀ : sin enraizador (Testigo)	1,791	c	3°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37 de la prueba de Duncan de número de hojas a los 60 días se observa que el enraizador e₁ agua de coco puro logró el mayor promedio con 3,580 hojas seguido del enraizador e₂ extracto de sauce con 2,833 hojas y en el último lugar el sin enraizador e₀ testigo con 1,791 hojas.

Tabla 38. Prueba de significación de Duncan de número de hojas a los 60 días para el factor sustrato

Sustratos	Promedio (Unidad)	Significación 0,05	OM
s ₁ : turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %)	3,33	a	1°
s ₃ : turba (50 %) humus (50 %)	3,00	b	2°
s ₂ : turba (50 %) +arena (50 %)	2,44	c	3°
s ₀ : tierra (Testigo)	2,16	c	3°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 38 de prueba de Duncan de número de hojas a los 30 días se observa que el sustrato s_1 logró el mayor promedio con 3,33 hojas y estadísticamente son diferentes a los de más tratamientos quedando el último lugar el s_0 y s_2 con 2,44 y 2,16 unidades de hojas.

4.1.2.4. Número de brotes (unidad) a los 60 días

Tabla 39. Análisis de varianza de número de brotes a los 60 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular		Sig.
					0,05	0,01	
Enraizadores	2	20,513	10,256	184,624	3,400	5,610	**
Sustratos	3	5,465	1,821	32,792	3,010	4,720	**
Interacción ExS	6	3,097	0,516	9,291	2,510	3,670	**
Error experimental	24	1,333	0,055				
Total	35	30,409					

CV: 12,760 %

*(altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 39 del análisis de varianza de número de brotes a los 60 días para factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes, Para factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Para la interacción ExS se observa que hay alta significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de S y viceversa, por lo tanto se requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones de los comportamientos de los niveles en consideración al otro factor. El coeficiente de

El coeficiente de variabilidad de 12,76 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ha y rechazamos la Ho

Tabla 40. Análisis de varianza de efecto simple de número de brotes a los 60 días

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F. T.		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	2,000	0,666	12,000	3,01	4,72	**
E en s ₁	3	12,388	4,129	72,333	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	2,722	0,907	16,333	3,01	4,72	**
E en s ₃	3	6,500	2,166	39,000	3,01	4,72	**
S en e ₀	2	0,250	0,125	2,250	3,40	5,61	NS
S en e ₁	2	6,562	3,281	56,062	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	1,750	0,875	15,750	3,40	5,61	**
Error	24	1,333	0,055				

Fuente: Elaboración propia

* *(altamente significativo), NS (no significativo)

En la tabla 40 nos muestra el análisis de efectos simples de número de brotes a los 60 días, se encontró alta significancia estadística cuando se combina el Factor E Enrizadores con sustratos s₀, s₁, s₂ y s₃.

Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el factor S sustratos, en enraizadores e₁ y e₂ sin embargo, no existe diferencias estadísticas cuando se combinan con sin enraizador e₀ el testigo.

Tabla 41. Prueba de significación de Tukey de efectos simples de número de brotes a los 60 días enraizador x sustrato

E en S ₀	N ⁰	Sig. 0,05	E en S ₁	N ⁰	Sig. 0,05	E en S ₂	N ⁰	Sig. 0,05	E en S ₃	N ⁰	Sig. 0,05
e ₁	2,00	a	e ₁	3,83	a	e ₁	2,33	a	e ₁	3,33	a
e ₂	1,00	b	e ₂	2,00	b	e ₂	1,50	b	e ₂	1,83	b
e ₀	1,00	b	e ₀	1,00	c	e ₀	1,00	c	e ₀	1,33	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Tukey en la tabla 41 de efectos simples de número de brotes a los 60 días se observa que el Factor E enraizadores muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor S sustratos siendo el de mayor promedio se registró e₁s₁ con 3,83 brotes seguido del e₁s₃ con 3,33 brotes el de menor promedio es la combinación e₀s₀ con 1,00 brotes respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A10.

Tabla 42. Prueba de significación de Tukey de efectos simples de número de brotes a los 60 días sustrato x enraizador

S en e ₀	N ⁰	Sig. 0,05	S en e ₁	N ⁰	Sig. 0,05	S en e ₂	N ⁰	Sig. 0,05
s ₃	1,33	a	s ₁	3,83	a	s ₁	2,00	a
s ₁	1,00	a	s ₃	3,33	b	s ₃	1,83	a
s ₂	1,00	a	s ₂	2,33	c	s ₂	1,50	b
s ₀	1,00	a	s ₀	2,00	d	s ₀	1,00	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de Tukey en la tabla 42 de efectos simples de número de brotes a los 60 días se observa que la aplicación de Factor S sustrato en e_0 estadísticamente son iguales, cuando se combina los sustratos con e_1 y e_2 estadísticamente son diferentes

Se observa que la combinación e_1s_1 logro el mayor promedio con 3,38 brotes seguido del e_1s_3 con 3,33 brotes en de menor promedio es la combinación e_0s_0 con 1,00 brotes respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A10.

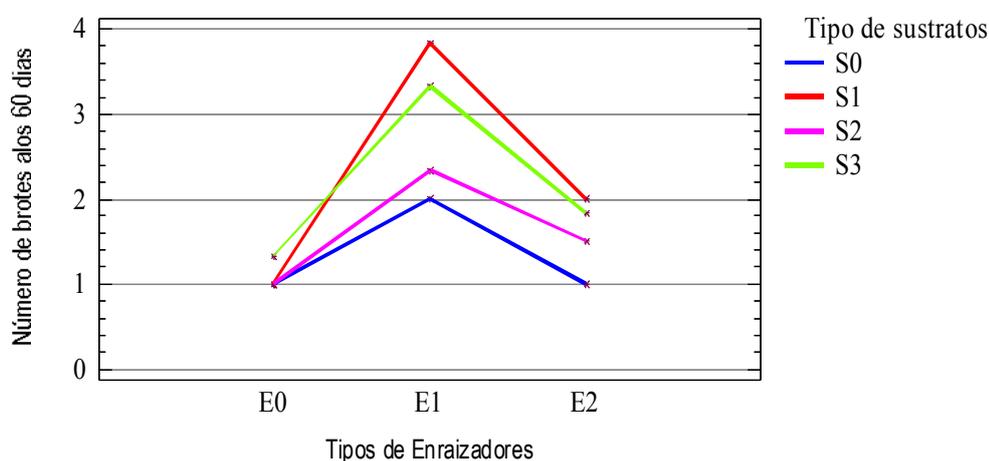


Figura 5. Interacción enraizadores x sustratos para número de brotes a los 60 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5 muestra de interacción Enraizadores x Sustratos para número de brotes a los 60 días que se presenta gráficamente, nos indica que el enraizador e_1 agua de coco tiene mayor efecto combinado con los sustratos, destacando el sustrato s_1 turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %) seguido por enraizador e_2 extracto de sauce con todo los sustratos y destacando el sustratos s_1 turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %) respectivamente.

4.1.2.5. Longitud de raíz (cm) a los 60 días

Tabla 43. *Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 60 días*

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular	Sig.
Enraizadores	2	114,055	57,027	317,309	3,400 5,610	**
Sustratos	3	68,879	22,959	127,751	3,010 4,720	**
Interacción ExS	6	19,516	3,252	18,098	2,510 3,670	**
Error experimental	24	4,313	0,179			
Total	35	206,764				

CV: 9,77 %

* *(altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 43 del análisis de varianza de longitud de raíz a los 60 días para Factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes; Para Factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Para la interacción ExS se observa que hay alta significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de S y viceversa, por lo tanto se requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones de los comportamientos de los niveles en consideración al otro factor. El coeficiente de variabilidad de 9,77 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , para la Interacción ExS aceptamos la H_a y rechazamos la H_0

Tabla 44. Análisis de varianza de efectos simple de longitud de raíz (cm) a los 60 días

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F.T.		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	20,671	6,890	38,340	3,01	4,72	**
E en s ₁	3	73,166	24,388	135,703	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	12,010	4,003	22,276	3,01	4,72	**
E en s ₃	3	27,722	9,240	51,416	3,01	4,72	**
S en e ₀	2	9,094	4,547	25,300	3,40	5,61	**
S en e ₁	2	43,572	21,786	121,221	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	35,729	17,864	99,401	3,40	5,61	**
Error	24	4,313	0,179				

Fuente: Elaboración propia

** (altamente significativo)

En la tabla 44 nos muestra el análisis de efectos simples de número de brotes a los 60 días, se encontró alta significancia estadística cuando se combina el Factor E enraizadores con sustratos s₀, s₁, s₂ y s₃. Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el factor S sustratos, en enraizadores e₁, e₂ y e₀.

Tabla 45. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de longitud de raíz a los 60 días enraizadores x sustratos

E en	cm	Sig.									
s ₀		0,05	s ₁		0,05	s ₂		0,05	s ₃		0,05
e ₁	4,87	a	e ₁	9,17	a	e ₁	4,75	a	e ₁	7,83	a
e ₂	2,33	b	e ₂	4,50	b	e ₂	2,67	b	e ₂	6,67	b
e ₀	1,25	c	e ₀	2,33	c	e ₀	2,05	c	e ₀	3,67	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 45 de efectos simples de altura de esqueje a los 60 días se observa que el Factor E enraizadores muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor S sustratos siendo el de mayor promedio e_1s_1 con 9,17 cm seguido del e_1s_3 con 7,83 cm el de menor promedio es la combinación e_0s_0 con 1,25 cm respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A11.

Tabla 46. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de longitud de raíz (cm) a los 60 días sustratos x enraizadores

S en	cm	Sig.	S en	cm	Sig.	S en	cm	Sig.
e_0		0,05	e_1		0,05	e_2		0,05
s_1	3,67	a	s_1	9,17	a	s_3	6,67	a
s_3	2,33	b	s_3	7,83	b	s_1	4,50	b
s_2	2,05	c	s_0	4,87	c	s_2	2,67	c
s_0	1,25	d	s_2	4,75	c	s_0	2,33	d

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 46 de efectos simples longitud de raíz a los 60 días se observa que el Factor S sustratos muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor E enraizadores siendo el de mayor promedio s_1e_1 con 9,17 cm seguido del s_3e_1 con 7,62 cm en de menor promedio es la combinación s_0e_0 con 1,25 cm respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A11.

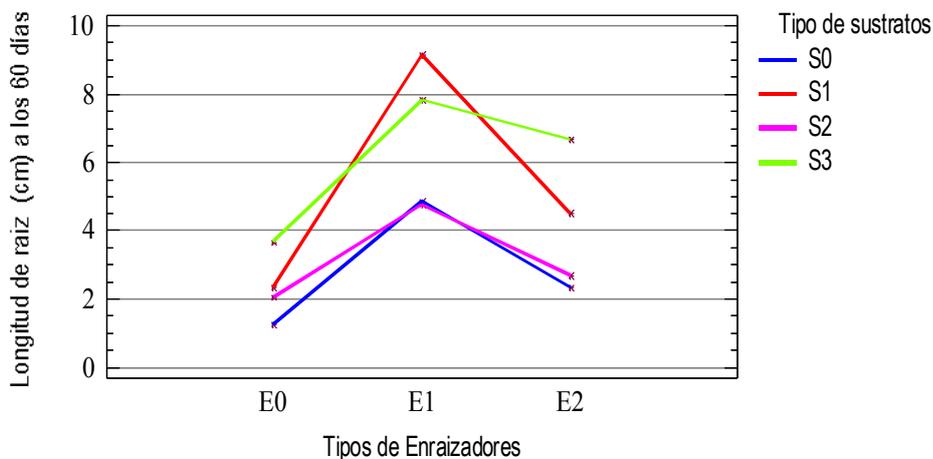


Figura 6. Interacción enraizadores x sustrato para longitud de raíz (cm) los 60 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6 muestra de interacción enraizadores x sustratos de longitud de raíz a los 60 días que se presenta gráficamente, nos indica que el enraizador e₁ tiene mayor efecto combinado con los sustratos, destacando el sustrato s₁ seguido por enraizador e₂ con todo los sustratos y destacando el sustrato s₃ respectivamente.

4.1.2.6. Número de raíces (unidad) a los 60 días

Tabla 47. Análisis de varianza de número de raíces a los 60 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular 0,05	F tabular 0,01	Sig.
Enraizadores	2	12,791	6,395	102,333	3,400	5,610	**
Sustratos	3	17,138	5,712	91,407	3,010	4,720	**
Interacción ExS	6	6,319	1,053	16,852	2,510	3,670	**
Error experimental	24	1,500	0,062				
Total	35	37,750					

CV: 10,35 %

* *(altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 47 del análisis de varianza de número de raíces a los 60 días para Factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes, para Factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Para la interacción ExS se observa que hay alta significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de S y viceversa, por lo tanto se requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones de los comportamientos de los niveles en consideración al otro factor.

El coeficiente de variabilidad de 10,35 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ha y rechazamos la Ho.

Tabla 48. *Análisis de varianza de efectos simples de número de raíces a los 60 días*

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F. T.		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	1,500	0,500	8,000	3,01	4,72	**
E en s ₁	3	13,722	4,574	73,185	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	1,500	0,500	8,000	3,01	4,72	**
E en s ₃	3	2,388	0,796	12,740	3,01	4,72	**
S en e ₀	2	3,062	1,531	24,500	3,40	5,61	**
S en e ₁	2	13,833	6,916	110,666	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	6,562	3,281	52,500	3,40	5,61	**
Error	24	1,500	0,062				

Fuente: Elaboración propia

** (altamente significativo)

En la tabla 48 nos muestra el análisis de efectos simples de número de raíces a los 60 días, se encontró alta significancia estadística cuando se combina el Factor E enraizadores, con tipos de sustrato s_0 : tierra (Testigo), s_1 : turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %), s_2 : turba (50 %) + arena (50 %) y s_3 : turba (50 %) humus (50 %).

Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el factor S tipos de sustrato, en enraizadores naturales e_0 : Sin enraizador (testigo), e_1 : agua de coco puro y e_2 : extracto de sauce.

Tabla 49. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de raíces a los 60 días de enraizador x sustrato

E en	N ⁰	Sig.									
s_0		0,05	s_1		0,05	s_2		0,05	s_3		0,05
e_1	2,00	a	e_1	4,83	a	e_1	2,50	a	e_2	3,50	a
e_2	1,50	b	e_2	2,50	b	e_2	2,00	b	e_1	3,33	b
e_0	1,00	c	e_0	2,00	c	e_0	1,50	c	e_0	2,33	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 49 de efectos simples de número de raíces a los 60 días se observa que el Factor E enraizadores muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor S sustratos siendo el de mayor promedio e_1s_1 con 4,83 raíces seguido del e_2s_3 con 3,50 raíces el de menor promedio es la combinación e_0s_0 con 1,00 raíces respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A12.

Tabla 50. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de raíces a los 60 días de sustrato x enraizador

S en	N°	Sig.	S en	N°	Sig.	S en	N°	Sig.
e ₀		0,05	e ₁		0,05	e ₂		0,05
s ₃	2,33	a	s ₁	4,83	a	s ₃	3,50	a
s ₁	2,00	b	s ₃	3,33	b	s ₁	2,50	b
s ₂	1,50	c	s ₀	2,50	c	s ₂	2,00	c
s ₀	1,00	d	s ₂	2,00	d	s ₀	1,50	d

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 50 de efectos simples número de raíces a los 60 días se observa que el Factor S sustratos muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor E enraizadores siendo el de mayor promedio s₁e₁ con 4,83 raíces seguido del s₃e₂ con 3,50 raíces el de menor promedio es la combinación s₀e₀ con 1,00 raíces respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A12.

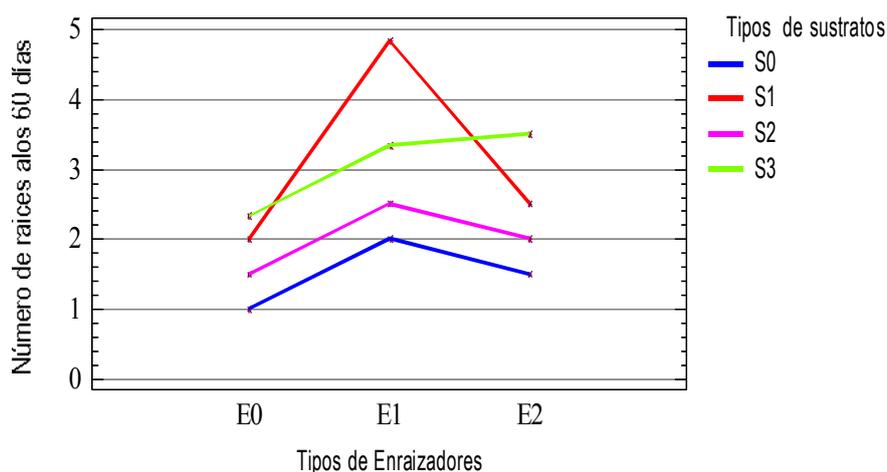


Figura 7. Interacción de enraizadores x sustratos para número de raíces a los 60 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 muestra de interacción Enraizadores x Sustratos de número de raíces a los 60 días que se presenta gráficamente, nos indica que el enraizador e₁ tiene mayor efecto combinado con los sustratos, destacando el sustrato s₁, seguido e₁ con todo los sustratos y destacando el sustratos s₃ respetivamente.

4.1.3. Tercera evaluación

4.1.3.1. Porcentaje de prendimiento (%) a los 90 días

Tabla 51. Análisis de Varianza de porcentaje de prendimiento (%) a los 90 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular	Sig.
					0,05	0,01
Enraizadores	2	9003,558	4501,779	166,049	3,400	5,610 **
Sustratos	3	513,335	171,111	6,311	3,010	4,720 **
Interacción ExS	6	429,331	71,555	2,639	2,510	3,670 *
Error experimental	24	650,667	27,111			
Total	35	10596,890				

CV: 7,50 %

** (altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 51 del análisis de varianza de porcentaje de prendimiento a los 90 días para Factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes, para Factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Para la interacción ExS se observa que hay significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de S y viceversa, por lo tanto se requiere el análisis de efectos simples. El coeficiente de variabilidad de 7,5 % es

aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ha y rechazamos la Ho

Tabla 52. Análisis de varianza de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 90 días

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F. T.		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	2442,66	814,222	30,032	3,01	4,72	**
E en s ₁	3	3978,66	1326,222	48,918	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	1664,00	554,666	20,459	3,01	4,72	**
E en s ₃	3	1347,555	449,185	16,568	3,01	4,72	**
S en e ₀	2	448,000	224,000	8,262	3,40	5,61	**
S en e ₁	2	398,666	199,333	7,352	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	96,000	48,000	1,770	3,40	5,61	NS
Error	24	650,666	27,111				

Fuente: Elaboración propia

** (altamente significativo), NS (no significativo)

En la tabla 52 nos muestra el análisis de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 90 días, se encontró alta significancia estadística cuando se combina el Factor E enriзаторы, con tipos de sustrato s₁, s₂ y s₀.

Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el factor S sustratos, en enraizadores naturales e₀: sin enraizador (testigo), e₁: agua de coco, sin embargo cuando se combina el factor S con e₂: extracto de sauce no se halló significación estadística.

Tabla 53. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 90 días de enraizador x sustrato

E en	N ⁰	Sig.	E en	%	Sig.	E en	%	Sig.	E en	%	Sig.
s ₀		0,05	s ₁		0,05	s ₂		0,05	s ₃		0,05
e ₁	80,00	a	e ₁	94,67	a	e ₁	81,33	a	e ₂	86,67	a
e ₂	70,67	b	e ₂	77,33	b	e ₂	73,33	b	e ₁	77,33	b
e ₀	41,33	c	e ₀	44,00	c	e ₀	49,33	c	e ₀	57,33	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 53 de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 90 días se observa que el Factor E enraizadores muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor S sustratos siendo el de mayor promedio e₁s₁ con 94,67 % seguido del e₂s₃ con 86,67 % el de menor promedio es la combinación e₀s₀ con 41,33 % respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A13.

Tabla 54. Prueba de significancia de Duncan efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 90 días de sustrato x enraizador

S en	%	Sig.	S en	%	Sig.	S en	%	Sig.
e ₀		0,05	e ₁		0,05	e ₂		0,05
S ₃	57,33	a	S ₁	94,67	a	S ₃	77,33	a
S ₂	49,33	b	S ₃	86,67	b c	S ₁	77,33	a
S ₁	44,00	c	S ₂	81,33	c	S ₂	73,33	a
S ₀	41,33	c	S ₀	80,00	c	S ₀	70,67	a

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la

tabla 54 de efectos simples porcentaje de prendimiento a los 90 días se observa que el Factor S sustratos muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor E enraizadores siendo el de mayor promedio s_1e_1 con 94,67 % seguido del s_3e_1 con 86,67 % la de menor promedio es la combinación s_0e_0 con 41,33 % respectivamente, no se encuentra diferencia estadística cuando se combina sustratos en enraizador s_2 extracto de sauce. Para promedios ver Apéndices tabla A13.

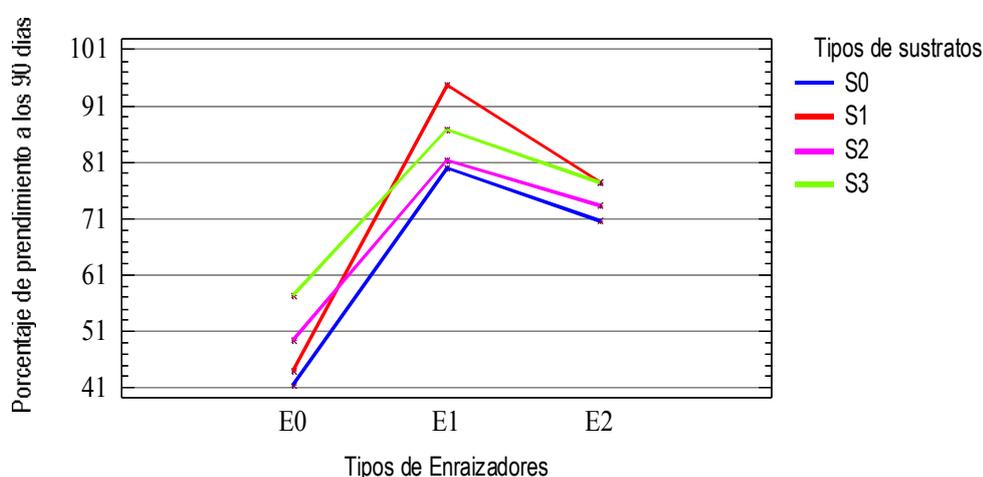


Figura 8. Interacción enraizadores x sustrato para porcentaje de prendimiento a los 90 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se muestra de interacción Enraizadores x Sustratos de porcentaje de prendimiento a los 90 días que se presenta gráficamente, nos indica que el enraizador e_1 : agua de coco tiene mayor efecto combinado con los sustratos, destacando el sustrato s_1 : turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %), seguido por enraizador e_2 : extracto de sauce con todo los sustratos y destacando el sustratos s_3 : turba (50 %) humus (50 %) turba y sustrato s_1 : turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %) respectivamente .

4.1.3.2. Altura de esqueje (cm) a los 90 días

Tabla 55. *Análisis de varianza de altura de esqueje (cm) a los 90 días*

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular	Sig.
Enraizadores	2	94,187	47,094	130,260	3,400 5,610	**
Sustratos	3	72,167	24,055	66,538	3,010 4,720	**
Interacción ExS	6	28,993	4,832	13,365	2,510 3,670	**
Error experimental	24	8,676	0,362			
Total	35	204,025				

CV: 6,43 %

** (altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 55 del análisis de varianza de altura de esqueje a los 90 días para Factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes, para Factor S Sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Para la interacción ExS se observa que hay alta significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de E y viceversa. Por lo tanto se requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones de los comportamientos de los niveles en consideración al otro factor. El coeficiente de variabilidad de 6,43 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , para la Interacción ExS aceptamos la H_a y rechazamos la H_0 .

Tabla 56. Análisis de varianza de efectos simples de altura de esqueje (cm) a los 90 días

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F. T		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	5,721	1,907	5,275	3,01	4,72	**
E en s ₁	3	83,597	27,865	77,077	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	13,561	4,520	12,504	3,01	4,72	**
E en s ₃	3	20,300	6,766	18,717	3,01	4,72	**
S en e ₀	2	21,416	10,708	29,619	3,40	5,61	**
S en e ₁	2	66,622	33,311	92,140	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	13,122	6,560	18,147	3,40	5,61	**
Error	24	8,676	0,361				

Fuente: Elaboración propia

* *(altamente significativo)

En la tabla 56 nos muestra el análisis de efectos simples de altura de esqueje a los 90 días, se encontró alta significancia estadística cuando se combina el Factor E enraizadores, con sustratos s₀, s₁, s₂ y s₃. Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el Factor S sustrato en enraizadores e₀, e₁ y e₂.

Tabla 57. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de altura de esqueje (cm) a los 90 días de enraizador x sustrato

E en	cm	Sig.	E en	cm	Sig.	E en	cm	Sig.	E en	cm	Sig.
s ₀		0,05	s ₁		0,05	s ₂		0,05	s ₃		0,05
e ₁	8,58	a	e ₁	14,58	a	e ₁	10,18	a	e ₂	13,08	a
e ₂	7,30	b	e ₂	9,42	b	e ₂	7,67	b	e ₀	10,17	b
e ₀	6,67	b	e ₀	7,33	c	e ₀	7,50	b	e ₁	9,68	b

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 57 de efectos simples de altura de esqueje a los 90 días se observa que el Factor E enraizadores muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor S sustratos siendo el de mayor promedio e_1s_1 con 14,58 cm seguido del e_2s_3 con 13,08 cm el de menor promedio es la combinación e_0s_0 con 6,67 cm respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A14.

Tabla 58. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de altura de esqueje (cm) a los 90 días sustratos x enraizador

S en	cm	Sig.	S en	cm	Sig.	S en	cm	Sig.
e_0		0,05	e_1		0,05	e_2		0,05
S_3	10,17	a	S_1	14,58	a	S_3	9,68	a
S_2	7,50	b	S_3	13,08	b	S_1	9,42	a
S_1	7,33	b c	S_2	10,18	c	S_2	7,67	b
S_0	6,67	c	S_0	8,58	c	S_0	7,30	b

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 58 de efectos simples altura de esqueje a los 90 días se observa que el Factor S sustratos muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor E enraizadores siendo el de mayor promedio s_1e_1 con 14,58 cm seguido del s_3e_1 con 13,08 cm la de menor promedio es la combinación s_0e_0 con 6,67 cm respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A14.

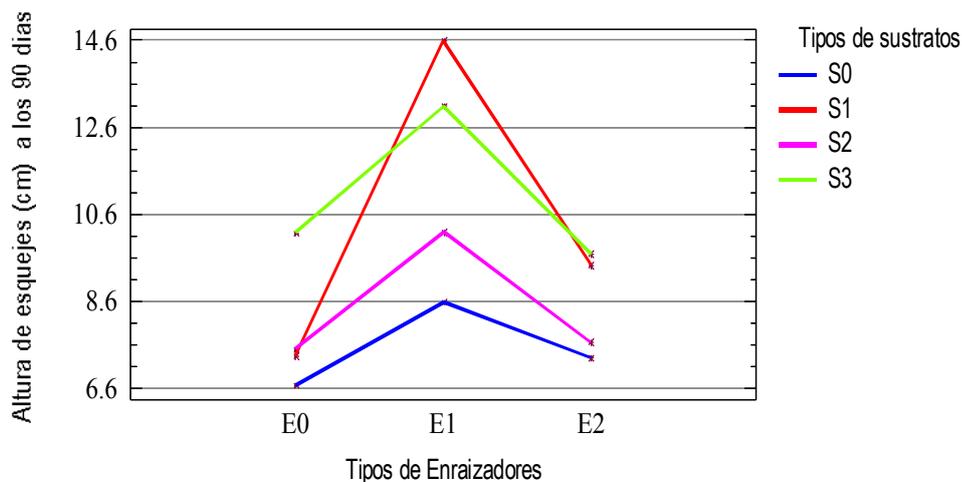


Figura 9. Interacción enraizadores x sustrato para altura de esqueje a los 90 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 muestra de interacción Enraizadore x Sustratos de altura de esqueje a los 90 días que se presenta gráficamente, nos indica que e₁ tiene mayor efecto combinado con los sustratos, destacando el sustrato s₁ seguido por enraizador s₂ con todo los sustratos y destacando el sustratos s₃ respectivamente.

4.1.3.3. Número de hojas (unidad) a los 90 días

Tabla 59. Análisis de varianza de número de hojas a los 90 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular 0,05	F tabular 0,01	Sig.
Enraizadores	2	34,875	17,437	167,400	3,400	5,610	**
Sustratos	3	20,854	6,951	66,733	3,010	4,720	**
Interacción ExS	6	8,958	1,493	14,333	2,510	3,670	**
Error experimental	24	2,500	0,104				
Total	35	67,187					

CV: 6,98 %

* *(altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 59 del análisis de varianza de número de hojas a los 90 días para Factor E Enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes, para Factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Para la interacción ExS se observa que hay alta significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de B y viceversa, por lo tanto se requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones de los comportamientos de los niveles en consideración al otro factor.

El coeficiente de variabilidad de 6,98 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ha y rechazamos la Ho

Tabla 60. *Análisis de efectos simples de número de hojas a los 90 días*

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F. T		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	4,222	1,407	13,5111	3,01	4,72	**
E en s ₁	3	30,055	10,018	96,177	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	4,500	1,500	14,400	3,01	4,72	**
E en s ₃	3	5,055	1,685	16,177	3,01	4,72	**
S en e ₀	2	6,750	3,375	32,400	3,40	5,61	**
S en e ₁	2	18,000	9,00	86,400	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	5,062	2,531	24,300	3,40	5,61	**
Error	24	2,500	0,104				

Fuente: Elaboración propia

** (altamente significativo)

En la tabla 60 nos muestra el análisis de efectos simples de número de hojas a los 90 días, se encontró alta significancia estadística cuando se combina el Factor E enraizadores con tipos de sustrato s_0 : tierra (Testigo), s_1 : turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %) y s_2 : turba (50 %) humus (50 %) S_2 : turba (50 %) +arena (50 %).

Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el Factor S tipos de sustrato, en enraizadores naturales e_0 : Sin enraizador (Testigo), e_1 : agua de coco puro y e_2 : extracto de sauce.

Tabla 61. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de hojas a los 90 días de enraizador x sustrato

E en	N ⁰	Sig.									
s_0		0,05	s_1		0,05	s_2		0,05	s_3		0,05
e_1	4,67	a	e_1	7,67	a	e_1	5,00	a	e_2	6,67	a
e_2	3,67	b	e_2	4,17	b	e_2	3,50	b	e_0	5,17	b
e_0	3,00	c	e_0	3,50	c	e_0	3,50	b	e_1	5,00	b

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 61 de efectos simples número de hojas a los 90 días se observa que el Factor E enraizadores con todos los niveles de Factor S sustratos hubo alta significación estadísticas donde la combinación en e_1s_1 logro mayor promedio con 7,67 hojas seguido del e_2s_3 con 6,67 hojas el de menor promedio fue e_0s_0 con 3,00 hojas respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A15.

Tabla 62. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de hojas a los 90 días de sustratos x enraizadores

S en	N°	Sig.	S en	N°	Sig.	S en	N°	Sig.
e ₀		0,05	e ₁		0,05	e ₂		0,05
s ₃	5,00	a	s ₁	7,67	a	s ₃	5,17	a
s ₂	3,50	b	s ₃	6,67	b	s ₁	4,17	a
s ₁	3,50	b	s ₂	5,00	c	s ₂	3,67	b
s ₀	3,00	c	s ₀	4,67	c	s ₀	3,50	b

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 62 de efectos simples número de hojas los 90 días se observa que el Factor B sustratos muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor E enraizadores siendo el de mayor promedio s₁e₁ con 7,67 hojas seguido del s₃e₁ con 6,67 hojas la de menor promedio es la combinación s₀e₀ con 3,00 hojas respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A15.

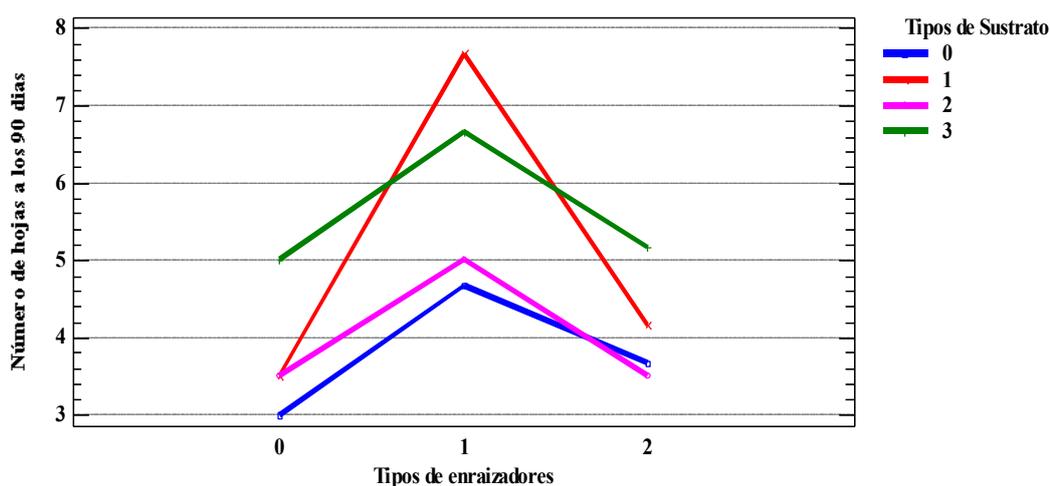


Figura 10. Interacción enraizadores x sustratos para número de hojas a los 90 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 muestra de interacción Enraizadores x Sustratos de número de hojas a los 90 días que se presenta gráficamente, nos indica que el enraizador e₁ tiene mayor efecto combinado con los sustratos, destacando el sustrato s₁ seguido por enraizador s₂ con todo los sustratos y destacando el sustratos s₃ respectivamente.

4.1.3.4. Número de brotes (unidad) a los 90 días

Tabla 63. *Análisis de varianza de número de brotes a los 90 días*

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular		Sig.
					0,05	0,01	
Enraizadores	2	12,097	6,048	871,003	3,400	5,610	**
Sustratos	3	7,429	2,416	348,001	3,010	4,720	**
Interacción ExS	6	1,625	0,2708	39,000	2,510	3,670	**
Error experimental	24	0,1666	0,0069				
Total	35	21,139					
CV: 2,97 %					* *(altamente significativo)		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 63 del análisis de varianza de número brotes a los 90 días para Factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes, para Factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Para la interacción ExS se observa que hay alta significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de S y viceversa. Por lo tanto se requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones de los comportamientos de los niveles en consideración al otro factor. El coeficiente de variabilidad de 2,97 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos

establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ha y rechazamos la Ho

Tabla 64. Análisis de varianza de efectos simples de número de brotes a los 90 días

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F.T		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	2,000	0,666	96,00	3,01	4,72	**
E en s ₁	3	8,000	2,666	384,00	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	1,722	0,574	82,666	3,01	4,72	**
E en s ₃	3	2,000	0,666	96,000	3,01	4,72	**
S en e ₀	2	1,750	0,875	126,000	3,40	5,61	**
S en e ₁	2	5,062	2,531	364,500	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	2,062	1,031	148,500	3,40	5,61	**
Error	24	0,166	0,006				

Fuente: Elaboración propia

** (altamente significativo)

En la tabla 64 nos muestra el análisis de efectos simples de número de brotes a los 90 días, se encontró alta significancia estadística cuando se combina el Factor E enriзаторы con tipos de sustrato s₀: tierra (testigo), s₁: turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %), s₂: turba (50 %) + arena (50 %) y s₃: turba (50 %) humus (50 %).

Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el Factor S tipos de sustrato, en enraizadores naturales e₀: sin enraizador (testigo), e₁: agua de coco puro y e₂: extracto de sauce.

Tabla 65. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de brotes a los 90 días enraizador x sustrato

E en	N ⁰	Sig.									
s ₀		0,05	s ₁		0,05	s ₂		0,05	s ₃		0,05
e ₁	3,00	a	e ₁	4,50	a	e ₁	3,00	a	e ₁	4,00	a
e ₂	2,00	b	e ₂	2,50	b	e ₀	2,17	b	e ₂	3,00	b
e ₀	2,00	b	e ₀	2,50	b	e ₂	2,00	b	e ₀	3,00	b

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 65 de efectos simples de número de brotes a los 90 días que el Factor E enraizadores muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor S sustratos siendo el de mayor promedio e₁s₁ con 4,50 brotes seguido del e₁s₃ con 4,00 brotes el de menor promedio es la combinación e₀s₀ con 2,00 brotes respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A16.

Tabla 66. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de brotes a los 90 días sustrato x enraizador

S en	cm	Sig.	S en	cm	Sig.	S en	cm	Sig.
e ₀		0,05	e ₁		0,05	e ₂		0,05
s ₃	3,00	a	s ₁	4,50	a	s ₃	3,00	a
s ₁	2,50	b	s ₃	4,00	b	s ₁	2,50	a
s ₂	2,17	b	s ₂	3,00	c	s ₂	2,00	b
s ₀	2,00	b	s ₀	3,00	c	s ₀	2,00	b

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 66 de efectos simples número brotes a los 90 días se observa que el Factor S sustratos muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor E enraizadores siendo el de mayor promedio s_1e_1 con 4,50 brotes seguido del s_3e_1 con 4,00 brotes la de menor promedio es la combinación s_0e_0 con 2 brotes respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A16.

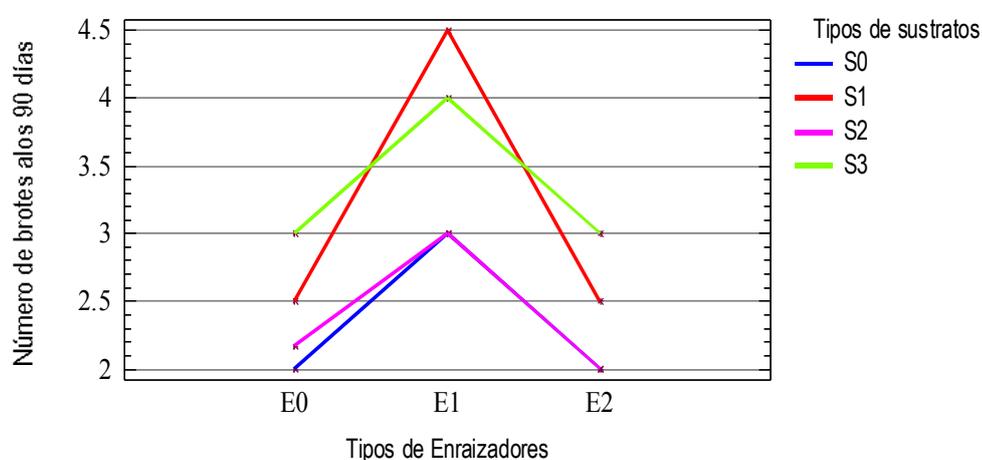


Figura 11. Interacción enraizadores x sustratos para número de brotes a los 90 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 muestra de interacción Enraizadores x Sustratos de número brotes a los 90 días que se presenta gráficamente, nos indica que el enraizador e_1 : agua de coco tiene mayor efecto combinado con los sustratos, destacando el sustrato s_1 : turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %) seguido por e_2 : enraizador extracto de sauce con todo los sustratos y destacando el sustratos s_3 : turba (50 %) humus (50 %) respectivamente.

4.1.3.5. Longitud de raíz (cm) a los 90 días

Tabla 67. *Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 90 días*

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular	Sig.
Enraizadores	2	952,273	476,136	248,831	3,400 5,610	**
Sustratos	3	637,776	212,592	111,101	3,010 4,720	**
Interacción ExS	6	170,615	28,435	14,861	2,510 3,670	**
Error experimental	24	45,924	1,913			
Total	35	1806,589				

CV: 10,03 %

** (altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 67 del análisis de varianza de longitud de raíz a los 90 días para Factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes, para Factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Para la interacción ExS se observa que hay alta significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de S y viceversa, por lo tanto se requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones de los comportamientos de los niveles en consideración al otro factor. El coeficiente de variabilidad de 10,03 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , para la Interacción ExS aceptamos la H_a y rechazamos la H_0

Tabla 68. Análisis de varianza de efectos simples de longitud de raíz (cm) a los 90 días

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F. T.		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	168,597	56,199	29,370	3,01	4,72	**
E en s ₁	3	617,013	205,672	107,485	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	92,221	32,073	16,762	3,01	4,72	**
E en s ₃	3	241,055	80,351	41,992	3,01	4,72	**
S en e ₀	2	85,772	42,886	22,412	3,40	5,61	**
S en e ₁	2	387,062	193,531	101,141	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	335,557	167,778	87,682	3,40	5,61	**
Error	24	45,923	1,913				

Fuente: Elaboración propia

* *(altamente significativo)

En la tabla 68 nos muestra el análisis de efectos simples de longitud de raíz a los 90 días, se encontró alta significancia estadística cuando se combina el Factor E enraizadores, con tipos de sustratos s₀, s₁, s₂ y s₃. Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el Factor S sustratos, en enraizadores e₀, e₁ y e₂.

Tabla 69. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de longitud de raíz (cm) a los 90 días enraizadores x sustratos

E en cm	Sig.	E en cm	Sig.	E en cm	Sig.	E en cm	Sig.	
s ₀	0,05	s ₁	0,05	s ₂	0,05	s ₃	0,05	
e ₁	15,00	a	e ₁	27,67	a	e ₁	14,67	a
e ₂	8,08	b	e ₂	14,75	b	e ₀	8,75	b
e ₀	4,58	c	e ₀	7,67	c	e ₂	7,03	b
						e ₀	12,00	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 69 de efectos simples de longitud de raíz a los 90 días se observa que el Factor E enraizadores muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor S sustratos siendo el de mayor promedio e₁s₁ con 27,67 cm seguido del e₁s₃ con 24,17 cm el de menor promedio es la combinación e₀s₀ con 4,58 cm respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A17.

Tabla 70. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de longitud de raíz (cm) a los 90 días sustratos x enraizadores

S en	cm	Sig.	S en	cm	Sig.	S en	cm	Sig.
e ₀		0,05	e ₁		0,05	e ₂		0,05
s ₃	12,00	a	s ₁	27,67	a	s ₃	21,17	a
s ₁	7,67	b	s ₃	24,17	b	s ₁	14,75	b
s ₂	7,03	b	s ₂	14,67	c	s ₂	8,75	c
s ₀	4,58	c	s ₀	15,00	c	s ₀	8,08	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 70 de efectos simples de longitud de raíz a los 90 días se observa que el Factor S sustratos muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor E enraizadores siendo el de mayor promedio s₁e₁ con 27,67 cm seguido del s₃e₁ con 24,17 cm la de menor promedio es la combinación s₀e₀ con 4,58 cm respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A17.

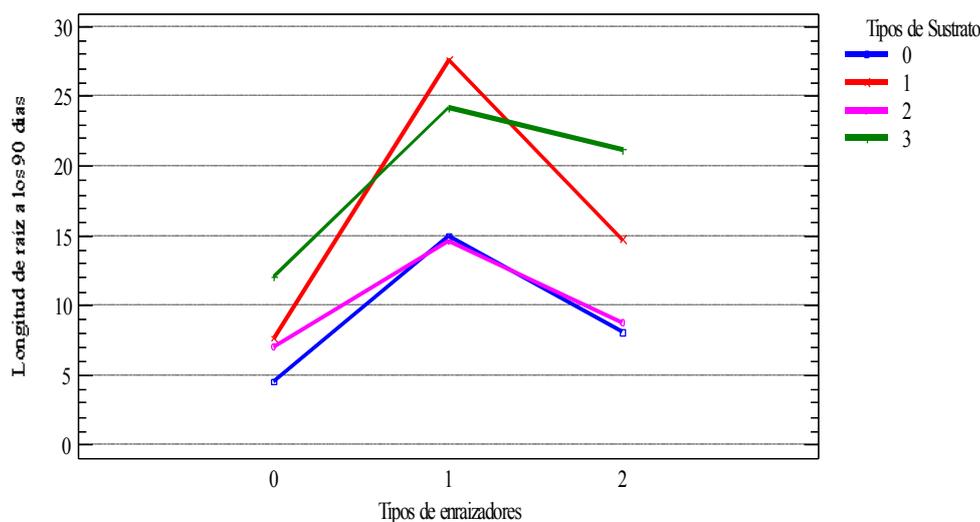


Figura 12. Interacción enraizador x sustrato para longitud (cm) de raíz a los 90 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 muestra de interacción Enraizadore x Sustrato de longitud de raíz a los 90 días que se presenta gráficamente, nos indica que el enraizador e₁ tiene mayor efecto combinado con los sustratos, destacando el sustrato s₁ seguido por enraizador e₂ con todo los sustratos y destacando el sustratos s₃ respectivamente.

4.1.3.6. Número de raíces (unidad) a los 90 días

Tabla 71. Análisis de varianza de número de raíces a los 90 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular	Sig.
Enraizadores	2	121,056	60,527	198,09	3,400 5,610	**
Sustratos	3	54,409	18,136	59,36	3,010 4,720	**
Interacción ExS	6	17,444	2,907	9,52	2,510 3,670	**
Error experimental	24	7,333	0,305			
Total	35	200,243				

CV: 10,50 %

* *(altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 71 del análisis de varianza de número de raíces a los 90 días para Factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes, para Factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes Para la interacción ExS se observa que hay alta significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de S y viceversa por lo tanto se requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones de los comportamientos de los niveles en consideración al otro factor. El coeficiente de variabilidad de 10,50 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ha y rechazamos la Ho.

Tabla 72. Análisis de varianza de efectos simples de número de raíces a los 90 días

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F.T		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	10,722	3,574	11,696	3,01	4,72	**
E en s ₁	3	72,055	24,018	78,606	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	29,555	9,851	32,242	3,01	4,72	**
E en s ₃	3	26,1666	8,722	28,545	3,01	4,72	**
S en e ₀	2	8,562	4,281	14,011	3,40	5,61	**
S en e ₁	2	43,729	21,864	71,556	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	19,562	9,781	32,011	3,40	5,61	**
Error	24	7,333	0,305				

Fuente: Elaboración propia

** (altamente significativo)

En la tabla 72 nos muestra el análisis de efectos simples de número de raíces a los 90 días, se encontró alta significancia estadística cuando se combina el Factor E enraizadores, con tipos de sustratos s₀: tierra (testigo), s₁: turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %), s₂: turba (50 %) + arena (50 %) y s₃: turba (50 %) humus (50 %).

Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el Factor S tipos de sustrato, en enraizadores naturales e₀: sin enraizador (testigo), e₁: agua de coco puro y e₂: extracto de sauce.

Tabla 73. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de número de raíces a los 90 días enraizador x sustrato

E en	N ⁰	Sig.									
s ₀		0,05	s ₁		0,05	s ₂		0,05	s ₃		0,05
e ₁	4,83	a	e ₁	10,00	a	e ₁	7,33	a	e ₁	8,67	a
e ₂	3,33	b	e ₂	4,67	b	e ₀	4,33	b	e ₂	6,83	b
e ₀	2,17	c	e ₀	3,50	c	e ₂	3,00	b	e ₀	4,50	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 73 de efectos simples de número de raíces a los 90 días se observa que el Factor E enraizadores muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor S sustratos siendo el de mayor promedio e₁s₁ con 10,00 raíces seguido del e₁s₃ con 8,67 raíces el de menor promedio es la combinación e₀s₀ con 2,17 raíces respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A18.

Tabla 74. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de Número de raíces a los 90 días sustratos x enraizadores

S en	N°	Sig.	S en	N°	Sig.	S en	N°	Sig.
e ₀		0,05	e ₁		0,05	e ₁		0,05
s ₃	4,50	a	s ₁	10,00	a	s ₃	6,83	a
s ₁	3,50	b	s ₃	8,67	b	s ₁	4,67	bc
s ₂	3,00	b	s ₂	7,33	c	s ₂	4,33	c
s ₀	2,17	c	s ₀	4,83	d	s ₀	3,33	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 74 de efectos número de raíces a los 90 días se observa que el Factor S sustratos muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor E enraizadores siendo el de mayor promedio s₁e₁ con 10,00 raíces seguido del s₃e₁ con 8,67 raíces la de menor promedio es la combinación s₀e₀ con 2,17 raíces respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A18.

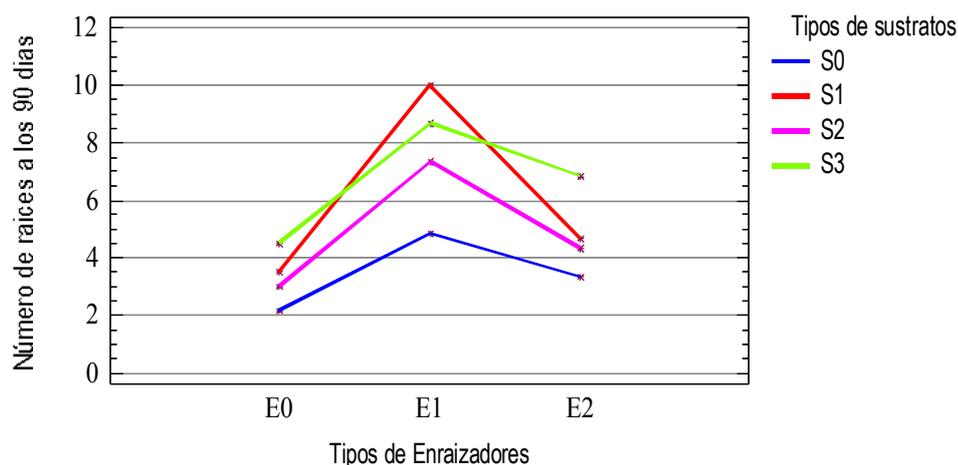


Figura 13. Interacción enraizadores x sustratos para número de raíces a los 90 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 muestra de interacción Enraizador x Sustrato de número de raíces a los 90 días que se presenta gráficamente, nos indica que el enraizador s1: agua de coco tiene mayor efecto combinado con los sustratos, destacando el sustrato s1: turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %) seguido por enraizador e2: extracto de sauce con todo los sustratos y destacando el sustratos s3: turba (50 %) humus (50 %) respectivamente.

4.1.3.7. Materia seca de raíz (%) a los 90 días

Tabla 75. Análisis de varianza de materia seca de raíz (%) a los 90 días

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F calculado	F tabular		Sig.
					0,05	0,01	
Enraizadores	2	999,951	227,690	1499,879	3,400	5,610	**
Sustratos	3	683,071	49,270	683,071	3,010	4,720	**
Interacción ExS	6	295,621	0,333	147,810	2,510	3,670	**
Error experimental	24	8,000					
Total	35	1986,611					

CV: 3,36 %

* *(altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 75 del análisis de varianza de materia seca de raíz a los 90 días para Factor E enraizadores los resultados son altamente significativo donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes, para Factor S sustratos los resultados son altamente significativa donde sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Para la interacción ExS se observa que hay alta significancia estadística; los factores principales actuaron dependientes, es decir, que los niveles de factor E muestra diferencia significativa bajo cualquier combinación de S y viceversa por lo tanto se

requiere el análisis de los efectos simples para tener conclusiones de los comportamientos de los niveles en consideración al otro factor. El coeficiente de variabilidad de 3,36 % es aceptable para el experimento y está dentro de los rangos establecidos para experimentos (Calzada, 1981).

Por lo tanto para factor E y S rechazamos la Ho y aceptamos la Ha, para la Interacción ExS aceptamos la Ha y rechazamos la Ho.

Tabla 76. *Análisis de varianza de efectos simples de materia seca de raíz (%) a los 90 días*

F. de V.	G.L.	S.C	C.M.	F.C.	F. T		Sig.
					0,05	0,01	
E en s ₀	3	24,661	8,221	34,662	3,01	4,72	**
E en s ₁	3	580,206	193,403	580,206	3,01	4,72	**
E. en s ₂	3	147,687	49,229	147,687	3,01	4,72	**
E en s ₃	3	542,984	180,994	542,984	3,01	4,72	**
S en e ₀	2	26,194	13,359	40,079	3,40	5,61	**
S en e ₁	2	800,565	400,282	1200,847	3,40	5,61	**
S en e ₂	2	151,407	75,704	227,111	3,40	5,61	**
Error	24	8,000	0,3333				

Fuente: Elaboración propia

** (altamente significativo)

En la tabla 76 nos muestra el análisis de efectos simples de materia seca de raíz a los 90 días, se encontró alta significancia estadística cuando se combina el Factor E enrizadores, con tipos de sustrato s₀, s₁, s₂ y s₃.

Existe diferencia altamente significativa cuando se combina el Factor S sustrato, en enraizadores naturales e₀, e₁ y e₂.

Tabla 77. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de materia seca de raíz (%) a los 90 días enraizadora x sustratos

E en	%	Sig.									
s0		0,05	s1		0,05	s2		0,05	s3		0,05
e1	12,42	a	e1	32,27	a	e1	18,60	a	e1	30,07	a
e2	12,30	a	e2	21,73	b	e0	17,03	b	e2	19,85	b
e0	8,85	b	e0	12,62	c	e2	9,33	c	e0	11,07	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la tabla 77 de efectos simples de materia seca raíces a los 90 días se observa que el Factor E enraizadores muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor S sustratos siendo el de mayor promedio e₁s₁ con 32,27 % seguido del e₁s₃ con 30,07 % el de menor promedio es la combinación e₀s₀ con 8,85% respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A19.

Tabla 78. Prueba de significación de Duncan de efectos simples de materia seca de raíz (%) a los 90 días sustratos x enraizadores

S en	%	Sig.	S en	%	Sig.	S en	%	Sig.
e0		0,05	e1		0,05	e2		0,05
s1	12,62	a	s1	32,27	a	s1	21,73	a
s3	11,07	b	s3	30,07	a	s3	19,85	ab
s2	9,33	c	s2	18,60	b	s2	17,03	b
s0	8,85	c	s0	12,42	c	s0	12,30	c

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la prueba de significación de Duncan en la

tabla 78 de efectos materia seca de raíces a los 90 días se observa que el Factor S sustratos muestra diferencias estadísticas cuando se combina con los niveles del factor E enraizadores siendo el de mayor promedio s_1e_1 con 32,27 % seguido del s_3e_1 con 30,07 % la de menor promedio es la combinación s_0e_0 con 8,85 % respectivamente. Para promedios ver Apéndices tabla A19.

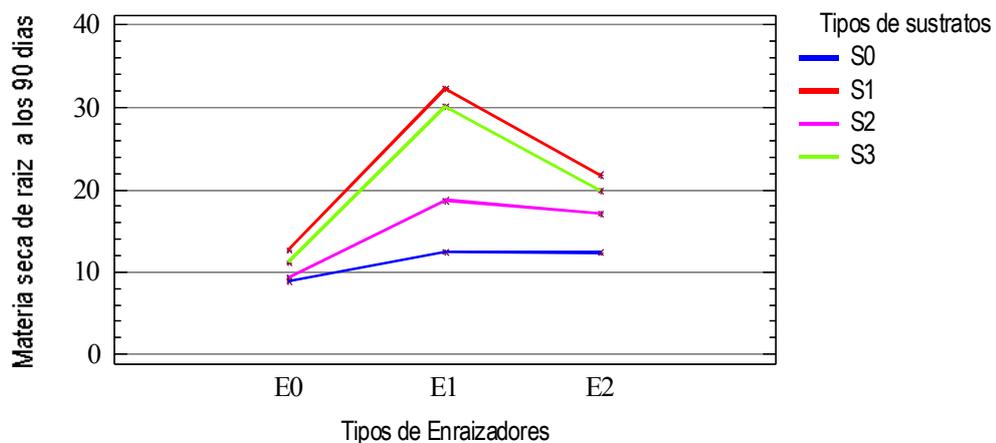


Figura 14. Interacción enraizadores x sustratos para materia seca de raíz a los 90 días

Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 muestra de interacción Enraizadore x Sustratos para materia seca de raíz a los 90 días que se presenta gráficamente, nos indica que el enraizador e_1 : agua de coco tiene mayor efecto combinado con los sustratos destacando el sustrato s_1 : turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %) seguido por enraizador s_2 : extracto de sauce con todo los sustratos y destacando el sustratos a_1 turba (50 %) + humus (25 %) + arena (25 %) respectivamente.

4.2. Contrastación de hipótesis

Hipótesis general

Luego haber efectuado el experimento y obtenido los resultados con la aplicación de enraizadores y de diferentes sustratos incrementó significativamente en la propagación de esquejes de queñua en condiciones de vivero Cuajone. Torata-Moquegua.

Hipótesis específicos

Un enraizador tuvo un efecto positivo en la propagación vegetativa de esquejes de queñua en condiciones de vivero Cuajone. Torata-Moquegua.

Un sustrato tuvo un efecto positivo en la propagación vegetativa de esquejes de queñua en condiciones de vivero vivero Cuajone Torata-Moquegua.

Hipótesis estadísticos

Para enraizadores el análisis varianza y las pruebas de significancia con un nivel de confianza 99%, presenta diferencias estadísticas con relación a las variables

Para sustratos el análisis varianza y las pruebas de significancia con un nivel de confianza 99 % presenta diferencias estadísticas en las variables evaluadas.

Para la interacción (AxB) Luego haber efectuado el análisis estadístico con la invidencia de los resultados de análisis varianza y las pruebas de significancia con un nivel de confianza 99 %, presenta diferencias estadísticas con relación a las variables de estudio a los 90 días.

4.3. Discusión de resultados

En relación de manera general todas las variables de respuesta como altura de esqueje, número de hojas, número de brotes, longitud de raíz, número de raíces y materia seca de raíces tuvieron un comportamiento propio de uno del otro cabe destacar para las variables mencionadas el Agua de coco tuvo mejor comportamiento en el desarrollo de la planta así como la formación de la raíz, caso de los sustratos se presentó diferencia significativa para cada uno de las variables, conforme a los resultados obtenidos se menciona que el sustrato s_3 (turba 50 % + humus 50 %) tuvo mejores resultados en la combinación de la misma forma en la interacción Enraizadores x sustratos tubo diferencia destacado el e_1 (agua de coco) + s_1 (turba 50 % + arena 25 % + humus 25 %).

La aplicación de enraizadores y sustratos bajo condiciones de vivero incrementó significativamente en la propagación de esquejes de queñua, a los 90 días se logró el porcentaje de prendimiento de 69,44 % en todo el experimento donde el enraizador agua de coco tubo mayor efecto con un 85,67 % el sustrato s_3 (turba 50 % + humus 50 %) tubo mayor efecto con 73,78 % y la combina el Factor E enraizadores con todos los niveles del factor S sustrato hubo significación estadística donde la combinación en e_1s_1 (turba 50 % + arena 25 % + humus 25 %) logro el mayor promedio con 94,67 %.

Los resultados obtenidos se encuentran la comparación con los siguientes investigadores:

Soto (2013) la mayor sobrevivencia de los esquejes respecto al nivel de hormonas enraizadoras utilizado fue el tratamiento T1 (3ml de enraizador)

seguidamente el T2 (5ml de enraizador) en ambos tratamientos se presentaron mayor porcentaje de plantas vivas, a los 65 días obtuvo 29,17 %, de prendimiento del experimento.

Meléndez y Naranjo (2014) existió un efecto altamente significativo de los sustratos sobre el porcentaje de sobrevivencia a los 120 días; siendo la mejor alternativa el A1: Arena 25 % + humus 25 % + Tierra 50 % y La hormona fue Raizplant con un 51,2 %, En la interacción de factores AxB, el porcentaje de sobrevivencia más alto de plantas se evaluó en el T6: A2B1C2 (Arena 30 % + humus 30 % + Tierra 40 % + Raizplant en estacas) con el 65,1 %.

Quispe (2013) a los 90 días obtuvo un 52,22 % de prendimiento con él “ES” y con el sustrato turba + arena de igual manera se obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento de 52,67 % en promedio.

Espejo (2015) menciona que las variables de respuesta fueron: porcentaje de prendimiento, número de brotes, longitud de raíz y volumen de raíz. Los enraizadores orgánicos a base de lenteja y agua de coco alcanzaron un promedio relativamente bueno con 66,67 % y 61,11 %; Los esquejes bajo la aplicación de enraizadores químicos y orgánicos obtuvieron mejores resultados.

León (2009) los principales resultados obtenidos fueron: a los 60 días el porcentaje de prendimiento fue de 68,6 % donde A1 (*Polylepis racemosa*) obtuvo el 91,3 % y A2 (*Polylepis incana*) con 45,9 %, con Té de estiércol se pudo ver un crecimiento y desarrollo mayor o igual al que presenta los enraizadores químicos lo cual demuestra la eficiencia del mismo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Primera. Se evaluó la propagación vegetativa de esquejes de queñua con la aplicación de enraizadores y sustratos bajo condiciones de vivero, a los 90 días se logró el porcentaje de prendimiento de 69,44 %. Aceptamos la hipótesis general ya que se incrementó significativamente en la propagación de queñua.

Segunda. El enraizador agua de coco tubo mayor efecto con un 85,67 % de prendimiento a diferencia de extracto de sauce que obtuvo un 74, 67 % prendimiento a comparación del testigo que obtuvo 48,00 %, en base a las evaluaciones realizadas con las variables de estudio en enraizador que tubo mejores efectos en cada uno fue agua de coco.

Tercera. Los sustratos de igual manera tuvieron una efecto en el porcentaje de prendimiento, donde s_3 (turba 50 % + humus 50 %) tuvo mayor efecto con 73,78 % seguido por de s_1 (turba 50 % + humus 25 % + arena 25 %) que obtuvo 72,00 %, el s_3 tuvo efecto en todas las variables de estudio.

Cuarta. Se evaluó la interacción Enraizadores x Sustratos, En relación al porcentaje de prendimiento la combinación en e₁S₁ logro el mayor promedio con 94,67 % seguido en el segundo lugar de la combinación e₁S₃ con 86,67 %, en base a las evaluaciones realizadas con las variables de estudio la combinación que tubo mejores efectos es e₁S₁.

5.2. Recomendaciones

Primera. Producción de plantas de queñua mediante la propagación vegetativa de esquejes aplicando enraizadores naturales y tipos de sustratos bajo condiciones de vivero para tener porcentaje de prendimiento mayores a 65 %.

Segunda. El uso de enraizador natural agua de coco ya que es una alternativa en la propagación vegetativa de esquejes de queñua, con el que se consigue el mayor porcentaje de prendimiento, incremento de altura y un buen desarrollo radicular.

Tercera. Utilizar como sustrato turba 50 % + humus 50 % con su respectiva desinfección, los esquejes de queñua recolectar entre los meses diciembre a enero por la presencia de lluvias, lo que favorece el prendimiento y además las plantas se encuentran en mayor actividad de circulación de nutrientes, donde los esquejes se activan.

Cuarta. Para la propagación vegetativa de esquejes de queñua a nivel de vivero es de gran importancia tener presente un enraizador y un sustrato adecuado usar agua de coco con sustrato turba 50 % + humus 25 % + arena 25 %.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguillar, C., & Borel, R. (1994). *Proyecto Apoyo al desarrollo forestal comunal de la región alto andina. Puno - Perú: Arbolandino.*

Aguirre, A. (1988). *Propagación de especies forestales de la región andina del Perú.* Lima, Perú: E:I:R:L.

Ayala, R. (2009). *Floricultura básica. Curso de floricultura cultivos de claveles, rosas y gladiolos.* Viceministerio de industria y comercio interno. Comercio.

Bedoya Justo, E. V. (2016). *Diseños experimentales. Guía de estudio.* Universidad José Carlos Mariátegu. Moquegua: UJCM.

Callizaya, D. (1999). *Efecto del remojo en agua y estratificación de brotes en la propagación vegetativa de queñua (Polylepis incana Kunth).* La Paz: Facultad de Agronomía.

Calzada, J. (1981). *Métodos estadísticos para la investigación.* Lima-Perú: Milagros.

Castañeda, A. (1989). *Propagación comparativa de Polylepis racemosa con nutrientes tomadas a tres niveles de ramas* (Tesis inédita de ingeniero agrónomo). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú

Chiclote, J., Ocaña, O., Jonjap, R., & Barahona, E. (1985). *Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra Peruana.* Perú: Centuario.

Colli, M. (2005). *Tipos de Sustratos en Viveros.* Perú: Mundi Prensa.

- Condori, E. (2006). *Efecto de enraizadores naturales en la propagación asexual de arce negundo (arce negundo) en vivero* (Tesis inédita de ingeniero agrónomo). Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia, UMSA.
- CONIF. (2000). *Aplicación de métodos de estacas e injertos para la Propagación Vegetativa de Cordia alliodora (Ruiz y Pavon) Oken y Tabebuia rosea (Bertol)*. DC.
- Espejo Ticona, E. (2015). *Evaluación de la eficiencia de cuatro enraizadores y dos longitudes de corte para la propagación vegetativa de esquejes de queñua (Polylepis racemosa subespecie triacontandra) a nivel vivero en el municipio de El Alto.*(Tesis inédita de ingeniero agrónomo). Universidad Mayor de San Andres, La Paz, Bolivia
- Facundo. (2010). *Enraizamiento de esquejes y estacas de Yagual (Polylepis racemosa) sometidos a cinco tipos de sustratos en la zona la Libertad Provincia del Carchi*. Libertad.
- Gallego, P. (2001). *Embriogenesis somática de regeneración de planta de (Medicago arborea L.)*. España: Universidad de Salamanca .
- Gutiérrez Tito, E. R. (2013). *Diagnóstico de la diversidad Biológica de la Región Moquegua*. Recuperado el 11 de Abril de 2017, de <http://www.labor.org.pe/descargas/CATALOGO%20FLORA%20MOQUEGUA%20-%20PUNO,%20TRAMO%205%20LABOR-1.pdf>.

- Hartmann, H., & Kester, D. (1999). *Propagación de Plantas. Principios y prácticas Compañía*. México: Continental S. A.
- Hoyos, R. (2004). *Determinación de sustratos y efecto de cuatro niveles de ácido naftalenacetico (ANA) sobre el enraizamiento de esquejes (Polylepis tarapacana) queñua, UTO*. Oruro, Bolivia.
- Huanca, W. (1993). *"Métodos de reproducción asexual y su aplicación"*, Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Puno-Perú: UNA.
- Huanca, w. (2011). *Propagación Vegetativa, Ventajas y Desventajas*. Recuperado el 2016 de Octubre de 12, de Propagación Vegetativa, Ventajas y Desventajas.<http://www.buenastareas.com/ensayos/PropagacionVegetativa-Ventajas-y-Desventajas/5005079.html>.
- Hurtado, & Merino. (1994). *Cultivo de Tejidos Vegetales*. México: Edición. Trillas S.A. 3ra Edición.
- INFOAGRO. (2016). *Definición de sustratos*. Recuperado el 20 de Octubre de 2016, de http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm.
- Ipizia . (2011). *Consideraciones generales para la propagación de especies forestales Perú*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://www.dps.ufl.edu/hansen/asg3335l/propagacionforestal1.htm>

- Kessler, M. (2000). *Diversidad, evolución y distribución del género Polylepis (Rosaceae)*. En: *Resúmenes del I Congreso internacional de ecología y conservación de bosque de Polylepis*. Cochabamba, Bolivia.
- León Araujo, D. P. (2009). *Propagación de dos especies de yagual (Polylepis incana y Polylepis racemosa) utilizando dos enraizadores orgánicos y dos enraizadores químicos en el vivero forestal del CREA en el cantón y provincia del Cañar* (Tesis inédita de Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politecnica de Chimbotazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica, Riobamba, Ecuador.
- Limaico, J. (2011). *Propagación vegetativa de (Polylepis incana kunth), aplicando la hormona (Ana), en cuatro niveles, en el vivero de la granja de Yuyucocha* (Tesis inédita de ingeniero agrónomo). Universidad Técnica del Norte. Imbabura, Ecuador.
- Maldonado, R. (1990). *Respuesta de la especie tres puntas (Neurotonalobata L.) a la propagación in vitro* (Tesis inédita de ingeniero agrónomo) USAC, Facultad de Agronomía. Guatemala.
- Martínez, R. (2008). *Viveros del Ecuador, Manual de cultivo y proyectos*. Ecuador : Mundi- Prensa.
- Martínez, R., & Villarte. (2009). *Estructura dasométrica de las plantas de un parche de Polylepis besseri incarum y avifauna asociada en la Isla del Sol (Lago Titicaca, LaPaz - Bolivia)*. La Paz, Bolivia: UMSA Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP).

- Meléndez González, J. R., & Naranjo Alarcón, I. A. (2014). *Evaluación de la calidad de plantas de Yagual (Polylepis incana) mediante la propagación asexual con dos enraizadores químicos y tres tipos de sustratos en la Moya, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar*.(Tesis inédita de Ingeniero Agrónomo). Universidad Estatal de Bolivar, Ecuador.
- Mendoza, R. (2010). *Prácticas adquiridas en distintos métodos de Propagación de queñua Polylepis sp.* La Paz, Bolivia.
- Miranda, U. (2013). *Poca producción y multiplicación de plantas de yagual con sustratos acompañados con fertilizantes edáficos. Pelileo, EC.* Ecuador: Pelileo.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos.* México: Limusa Wiley.
- Olivera. (1992). *propagación asexual de especies nativas en Polylepis sp. en el vivero de la Candelaria (Cochabamba-Bolivia).* Cochabamba.
- Padilla. (2005). *La agroforestería con colle: alternativa para el campesino altoandino. Seri agroforestal Perú N°3, proyecto Desarrollo Forestal participativo en los Andes*. Lima, Perú: Seri agroforestal.
- Pretell, J. (1985). *Tipos y preparación de hoyos formación de capataces forestales.* Cajamarca-Perú: CICAFOR.
- Quispe Calizaya, M. E. (2013). *propagación vegetativa en esquejes de queñua (Polylepis besseri Hieron) con la aplicación de dos enraizadores naturales*

y tres tipos de sustratos en el vivero de la comunidad de Huancané. (Tesis inédita de ingeniero). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia.

Raña, E. (1994). *Multiplicación de árboles o arbustos. Estacas, acodo.* Buenos Aires: Editorial Suelo Argentino.

Reymel, R., & Manta, M. (2002). *Dendrología y Propagación vegetativa de Acacia Horrida ("Huaranguillo") Mediante estacas inducidas en tres sustancias enraizantes, usando tres sustratos.* Universidad Nacional Agraria La Molina, *Ecología Aplicada*,. Lima: LA Molina.

Rodriguez, D. M., Hoyos , C., & Falcon, G. (2000). *Manual práctico de Hidroponía.* Universidad Nacional Agraria La Molina. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima: La Molina.

Rojas, S. (2004). *Propagación asexual de plantas.* Colombia: Corporación Colombiana de investigación CORPOICA.

SENAMHI. (2017). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú Tacna y Moquegua.* Recuperado el 2017 de Abril de 01, de www.tacna.senamhi.gob.pe/

Silva, A. (2000). *La Materia Orgánica del Suelo.*

Simpson, B. (1979). *A revisión of the genus Polylepis (Rosaceae: Sanguisorbeae).* Smithsonian Institution Press. Washington: Smithsonian contribution to botany.

Soto. (1995). *determinación de sustratos para el enraizamiento de esquejes de queñua (Polylepis incana HBK) de tres procedencias en viveros de Arbolandino*. Lima : Arbolandino.

Soto Choccelahua, L. I. (2013). *Propagación vegetativa de esquejes de queñual (poly/epis sp) bajo diferentes dosis del enraizador Root-Hor en el distrito de Carampoma- Huarochiri-Lima*. (Tesis inédita de ingeniero Agrónomo).
Universidad Nacional de Huancavelica, Ocobamba, Huancavelica.

UOLASAT. (2017). *Unidad Operativa Laboratorio Ambiental San Agustín de Torata. informe de análisis de suelo*. Torata, Perú, Moquegua: MDT.

Villarroel, J. (1990). *1º Seminario Nacional sobre la Fertilidad de los suelos y Usos e la fertilización en Bolivia*. Santa Cruz: Centro de Investigación Agrícola Tropical CIAT.

Viteri, L. (1997). *Fundamentos de la Producción y dinámica de pastizales*. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

Yallico, E. (1992). *Distribución de Polylepis en el sur de Puno Proyecto Arbolandino*. Puno Perú: Desarrollo Forestal Comunal de la Región Altoandina.