



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ALISO (*Alnus acuminata* H.B.K) Y  
POROTÓN (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli) UTILIZANDO TRES  
TIPOS DE ENRAIZADORES EN LA COMUNIDAD PICALQUI DEL  
CANTÓN PEDRO MONCAYO”**

**Tesis previa a la obtención del Título  
de: Ingeniera Forestal**

**AUTORA: Ruth Amanda Cuzco Cuzco**

**DIRECTORA: Ing. For. María Isabel Vizcaíno Pantoja**

**Ibarra – Ecuador  
2014**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ALISO (*Alnus acuminata* H.B.K) Y  
POROTÓN (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli) UTILIZANDO TRES  
TIPOS DE ENRAIZADORES EN LA COMUNIDAD PICALQUI DEL  
CANTÓN PEDRO MONCAYO”**

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación como  
requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERA FORESTAL**

**APROBADA**

Ing. For. María Vizcaíno  
Directora de Tesis



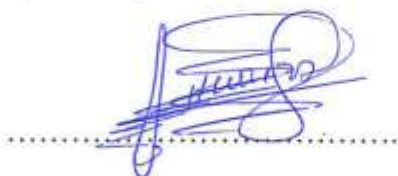
Ing. For. Segundo Fuentes  
Tribunal de Grado



Ing. For. Mario Añazco  
Tribunal de Grado



Ing. For. Fabián Chicaiza  
Tribunal de Grado



**Ibarra – Ecuador  
2014**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR**  
**DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO 1</b>	
<b>Cédula de identidad:</b>	172448048-6
<b>Apellidos y nombres:</b>	Cuzco Cuzco Ruth Amanda
<b>Dirección:</b>	Tabacundo, Panamericana norte y Vicente estrella
<b>Email:</b>	amandacuzco17@hotmail.com
<b>Teléfono fijo:</b>	2365601 <b>Teléfono móvil:</b> 0993204838

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título:</b>	“Propagación vegetativa de aliso ( <i>Alnus acuminata</i> H.B.K) y porotón ( <i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli) utilizando tres tipos de enraizadores en la comunidad Picalqui del cantón Pedro Moncayo”
<b>Autor:</b>	Cuzco Cuzco Ruth Amanda
<b>Fecha:</b>	15 de mayo del 2014
<b>Solo para trabajos de grado</b>	
<b>Programa:</b>	Pregrado
<b>Título por el que opta:</b>	Ing. Forestal
<b>Directora:</b>	Ing. For. María Vizcaíno

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Cuzco Cuzco Ruth Amanda, con cédula de ciudadanía Nro. 172448048-6; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 15 de Mayo del 2014

**LA AUTORA:**

**ACEPTACION:**



Ing. Betty Chávez  
**JEFE DE BIBLIOTECA**



.....  
Cuzco Cuzco Ruth Amanda  
C.I.:172448048-6



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Ruth Amanda Cuzco Cuzco**, con cédula de identidad Nro. 172448048-6; manifesté la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominada **“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ALISO (*Alnus acuminata H.B.K*) Y POROTÓN (*Erythrina edulis Triana ex Micheli*) UTILIZANDO TRES TIPOS DE ENRAIZADORES EN LA COMUNIDAD PICALQUI DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO”**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniera Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....  
Cuzco Cuzco Ruth Amanda  
C.I.:172448048-6

Ibarra, a los 15 días del mes de Mayo del 2014



## REGISTRO BIBIOGRÁFICO

Guía:

FICAYA-UTN

Fecha: 15 de Mayo del 2014

**CUZCO CUZCO RUTH AMANDA:** “Propagación vegetativa de aliso (*Alnus acuminata* H.B.K) y porotón (*Erythrina edulis Triana ex Micheli*) utilizando tres tipos de enraizadores en la comunidad Picalqui del cantón Pedro Moncayo”/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniera Forestal.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal Ibarra. 15 de Mayo del 2014. 129 páginas.

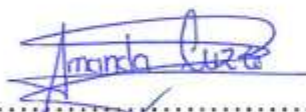
**DIRECTORA:** Ing. For. María Vizcaíno

El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar la respuesta de aliso (*Alnus acuminata* HBK) y porotón (*Erythrina edulis* TRIANA EX MICHELI), a la aplicación de tres tipos de enraizadores en la comunidad de Picalqui del cantón Pedro Moncayo. Entre los objetivos específicos se encuentra: Determinar el número de brotes por tratamiento, evaluar la longitud y número de raíces de las estacas, Determinar los costos de producción por tratamiento.

Fecha: 15 de Mayo del 2014



Ing. For. María Isabel Vizcaíno  
Directora de Tesis



Cuzco Cuzco Ruth Amanda  
Autora

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome la fortaleza para continuar, a mis **Padres Mercedes Cuzco y Wilver Cuzco**, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

A mis Hermanos Henry, Adrian y Gustavo por su paciencia, cariño y comprensión y sobre todo por su apoyo moral que siempre me han brindado.

A mis sobrinos Paul, Esteban, Samuel y Mathews que con su cariño, sonrisas e inocencia me han ayudado a descubrir la importante misión que tengo en la vida.

A toda mi familia y en especial a mis queridos primos Fernando, Andrea y Daisy Haro; quienes me han brindado su apoyo desinteresado y me motivaron a seguir adelante, gracias por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

*Al culminar este trabajo de tesis e investigación, quiero agradecer a Dios por darme la vida y la sabiduría porque gracias a él hoy he logrado un éxito más en mi vida.*

*Mi agradecimiento especial a la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal, y por medio de ella a todos los catedráticos, quienes con su apoyo, conocimientos, paciencia y dedicación supieron formarme como profesional con un espíritu lleno de valores, que serán útiles para la sociedad.*

*Mi gratitud imperecedera a la **Ing. María Isabel Vizcaino P**, Directora de Tesis, por el apoyo, confianza incondicional, asesorándome desde el planteamiento del tema, seguimiento experimental hasta la culminación de la investigación.*

*A los ingenieros: Mario Añazco, Segundo Fuentes y Fabián Chicaiza, miembros del tribunal de tesis, por su valioso aporte al desarrollo de esta investigación.*

*A todos y cada una de las personas, familiares y amigos que me apoyaron y aportaron para la realización de la presente investigación.*



## GLOSARIO DE TERMINOS

**Amento:** Inflorescencia formada por muchas flores, generalmente unisexuales, dispuestas en un eje común, como en una espiga.

**Brotación:** Acción de emitir hojas, que normalmente se da en primavera. Se inicia con un hinchado de las yemas a lo que sigue la separación de las escamas que antes las protegían y aparecen unas pequeñas hojas iniciales.

**Caducifolia:** Planta que permanece desprovista de hojas durante un periodo anual más o menos largo.

**Digestibilidad:** La digestibilidad es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición.

**Estiércol:** Excremento de cualquier animal.

**Estimulante:** Agente o medicamento que excita la actividad funcional de un sistema, órgano o tejido.

**Helicoidales:** En forma de hélice o de helicoide.

**Higrófila:** cualquier ser vivo que habita en un medio húmedo.

**Impregnación:** Técnica que se emplea para proteger los materiales de la acción del medio ambiente.

**In vitro:** Indica que ciertos fenómenos biológicos se efectúan y observan en el laboratorio.

**Injerto:** Unión de un trozo de planta provisto de yemas a la rama o tronco de otra para que brote.

**Lenticelada:** Poro ovalado en la corteza que corresponde aun estoma.

**Nódulos:** Acumulación de células o fibras orgánicas que forma una masa más o menos redonda, abultada y dura

**Orgánico:** Sustancia o materia que es o ha sido parte de un ser vivo o que está formada por restos de seres vivos.

**Pivotante:** Eje primero y principal del sistema radical de un árbol cuando es penetrante.

**Platabanda:** Lugar donde se siembran las semillas y se mantienen las plantas en su período inicial.

**Pubescencia:** Calidad de pubescente.

**Ritidoma:** Conjunto de tejidos muertos que cubren los troncos, ramas y raíces.

**Rizoma:** Tallo subterráneo de ciertas plantas, generalmente horizontal, donde se almacenan las sustancias de reserva

**Rizósfera:** Zona de interacción entre las raíces de las plantas y los microorganismos del suelo. Normalmente ocupa entre unos cuantos milímetros o algunos centímetros de la raíz. Esta región se caracteriza por el aumento de la biomasa microbiana y de su actividad.

**Serruladas:** Dicho de un margen, que tiene dientes diminutos, agudos y próximos.

**Sustrato:** Medio en el que se desarrollan una planta

**Turgencia:** A la presión ejercida por los fluidos y por el contenido celular sobre las paredes de la célula.

**Unisexual:** Con un solo sexo. Flor con sólo estambres o solo óvulos.

## INDICE GENERAL

<b>TEMA</b>	<b>PÁGINA</b>
1	1
1.1	2
1.1.1	2
1.1.2	2
1.2	3
1.2.1	3
1.2.2	3
2	4
2.1	4
2.2	4
2.2.1	4
2.2.2	4
2.2.3	5
2.2.4	5
2.2.5	5
2.2.6	6
2.2.7	7
2.2.8	7
2.3	8
2.4	9
2.4.1	9
2.4.2	9
2.4.3	9
2.4.4	10
2.4.5	10
2.4.6	10
2.4.7	10
2.4.8	11
2.5	12
2.6	12
2.6.1	12
2.6.2	13
2.6.2.1	14

2.6.3	Brotos.....	18
2.6.4	Esquejes.....	19
2.6.5	Acodo .....	19
2.6.6	Prendimiento .....	20
2.6.7	Sobrevivencia .....	20
2.7	Enraizamiento.....	21
2.8	Enraizadores químicos .....	21
2.8.1	Fitohormonas y sus funciones .....	22
2.8.1.1	Auxinas .....	22
2.8.1.2	Citoquininas.....	22
2.8.1.3	Giberelinas.....	23
2.8.1.4	Ácido abscisico.....	23
2.8.1.5	Etileno .....	23
2.9	Presentaciones comerciales .....	24
2.9.1	Hormonas vegetales de uso comercial .....	24
2.9.1.1	Hormonagro # 1.....	24
2.9.1.2	Cytokin .....	25
2.9.1.3	Raizone*- plus.....	25
2.9.1.4	Ácido 3-índol-acético (IAA) - Nombre comercial (IAA 98%) .....	26
2.9.1.5	Ácido 3-indol-butírico (AIB) - Nombre comercial (IBA 98%).....	26
2.10	Enraizador orgánico. ....	27
2.10.1	Té de estiércol vacuno. ....	28
2.10.1.1	Los estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas.....	30
3	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	35
3.1	Descripción del área en estudio.....	35
3.1.1	Localización del área en estudio .....	35
3.1.2	Ubicación geográfica.....	35
3.1.3	Datos climáticos. ....	35
3.1.4	Características edáficas del sitio en estudio .....	36
3.2	Materiales e insumos .....	36
3.2.1	Materiales .....	36
3.2.1.1	De campo.....	36
3.2.1.2	De oficina .....	37
3.2.1.3	Equipos e instrumentos .....	37
3.2.2	Insumos .....	37
3.2.2.1	Enraizadores .....	37

3.2.2.2	Material vegetativo.....	38
3.2.2.3	Material para sustratos.....	38
3.3	Metodología.....	38
3.3.1	Manejo del ensayo.....	39
3.3.1.1	Caracterización de la fuente .....	39
3.3.1.2	Recolección y preparación de material vegetativo.....	39
3.3.1.3	Preparación de sustrato.....	39
3.3.1.4	Desinfección del sustrato.....	40
3.3.1.5	Enfundado .....	40
3.3.1.6	Preparación de enraizadores .....	40
3.3.1.7	Instalación del ensayo .....	42
3.3.1.8	Protección.....	42
3.3.1.9	Riego .....	42
3.3.1.10	Deshierbe.....	43
3.3.1.11	Codificación .....	43
3.4	Diseño experimental.....	43
3.4.1	Análisis de varianza.....	43
3.4.2	Diseño experimental.....	44
3.4.3	Prueba de significancia.....	44
3.4.4	Características del campo experimental.....	44
3.4.5	Factores de estudio.....	45
3.4.5.1	Factor A (especies).....	45
3.4.5.2	Factor B (enraizadores) .....	45
3.4.6	Tratamientos en estudio.....	45
3.4.7	Variables en estudio .....	46
3.4.8	Manejo específico del ensayo.....	46
3.4.8.1	Toma de datos de las variables.....	46
3.4.8.2	Porcentaje de prendimiento de las estacas .....	47
3.4.8.3	Número de brotes por estaca .....	47
3.4.8.4	Número de raíces.....	47
3.4.8.5	Longitud de raíces .....	47
3.4.8.6	Vigor de la plántula .....	47
3.4.8.7	Sobrevivencia .....	48
3.5	Análisis de costos .....	48
4	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	49
4.1	Primera medición .....	49

4.1.1	Porcentaje de prendimiento a los 30 días .....	49
4.1.1.1	Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de porcentaje de prendimiento 30 días .....	50
4.1.1.2	Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 30 días .....	50
4.1.2	Número de brotes a los 30 días .....	51
4.2	Segunda medición .....	53
4.2.1	Porcentaje de prendimiento a los 60 días .....	53
4.2.1.1	Prueba de Duncan FA (especies) de porcentaje de prendimiento a los 60 días .....	54
4.2.1.2	Prueba de Duncan Factor B (Enraizadores) de porcentaje de prendimiento a los 60 días .....	54
4.2.1.3	Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 60 días .....	55
4.2.2	Número de brotes a los 60 días .....	56
4.2.2.1	Prueba de Duncan FA (especies) de número de brotes a los 60 días .....	57
4.2.3	Promedio de número de brotes a los 60 días .....	57
4.2.4	Número de raíces a los 60 días .....	59
4.2.5	Longitud de raíces a los 60 días .....	60
4.3	Tercera medición .....	61
4.3.1	Porcentaje de prendimiento a los 90 días .....	61
4.3.1.1	Prueba de Duncan FA (especies) de porcentaje de prendimiento a los 90 días .....	62
4.3.1.2	Prueba de Duncan Factor B (Enraizadores) de porcentaje de prendimiento a los 90 días .....	62
4.3.1.3	Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 90 días .....	63
4.3.2	Número de brotes a los 90 días .....	64
4.3.3	Vigor de la planta a los 90 días .....	65
4.3.3.1	Prueba de Duncan Factor A (especies) de vigor de la planta a los 90 días .....	66
4.3.3.2	Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de vigor de la planta a los 90 días .....	67
4.3.3.3	Prueba de Duncan por tratamientos de vigor de la planta a los 90 días .....	67
4.4	Cuarta medición .....	69
4.4.1	Sobrevivencia a los 120 días .....	69
4.4.2	Número de brotes a los 120 días .....	71
4.4.3	Número de raíces a los 120 días .....	73
4.4.4	Longitud de raíces a los 120 días .....	75
4.4.5	Vigor de la planta a los 120 días .....	76
4.4.5.1	Prueba de Duncan Factor A (especies) de Vigor de la planta a los 120 días .....	77
4.4.5.2	Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de Vigor de la planta a los 120 días .....	78
4.4.5.3	Prueba de Duncan por tratamientos de Vigor de la planta a los 120 días .....	78
4.4.6	Clasificación de vigor de la planta en porcentaje .....	79

4.4.7	Costo de producción por planta.....	80
4.5	Discusión.....	81
4.5.1	Prendimiento.....	81
4.5.2	Sobrevivencia.....	82
4.5.3	Número de brotes.....	83
4.5.4	Número de raíces.....	84
4.5.5	Longitud de raíces.....	85
4.5.6	Vigor de la planta.....	86
4.5.7	Costos.....	87
5	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	89
5.1	Conclusiones.....	89
5.2	Recomendaciones.....	90
6	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	91
7	<b>ANEXOS</b>	96



## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadros</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1: Composición media de estiércol vacuno fresco (como porcentaje de la materia seca) .....	31
Cuadro 2: Resumen de todas las variables .....	32
Cuadro 3: Resumen de todas las variables .....	33
Cuadro 4: Resumen de todas las variables .....	34
Cuadro 5: Análisis químico del té de estiércol vacuno .....	41
Cuadro 6: Análisis de varianza (ADEVA) .....	44
Cuadro 7: Tratamientos para la evaluación de especies forestales y enraizadores .....	46
Cuadro 8: Categorías y características de las plántulas .....	48
Cuadro 9: Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento a los 30 días .....	49
Cuadro 10: Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de porcentaje de prendimiento 30 días.....	50
Cuadro 11: Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 30 días .....	51
Cuadro 12: Análisis de varianza de número de brotes a los 30 días .....	52
Cuadro 13: Promedio de número de brotes a los 30 días .....	52
Cuadro 14: Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento a los 60 días .....	53
Cuadro 15: Prueba de Duncan FA (especies) de porcentaje de prendimiento a los 60 días .....	54
Cuadro 16: Prueba de Duncan Factor B (Sustratos) de porcentaje de prendimiento a los 60 días.....	55
Cuadro 17: Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 60 días .....	55
Cuadro 18: Análisis de varianza de número de brotes a los 60 días .....	57
Cuadro 19: Prueba de Duncan FA (especies) de número de brotes .....	57
Cuadro 20: Promedio de número de brotes a los 60 días .....	58

Cuadro 21: Análisis de varianza de número de raíces a los 60 días .....	59
Cuadro 22: Promedio de número de raíces a los 60 días .....	59
Cuadro 23: Análisis de Varianza de longitud de raíces a los 60 días .....	60
Cuadro 24: Medias de longitud de raíces a los 60 días .....	61
Cuadro 25: Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento a los 90 días .....	61
Cuadro 26: Prueba de Duncan FA (especies) de porcentaje de prendimiento a los 90 días .....	62
Cuadro 27: Prueba de Duncan Factor B (Sustratos) de porcentaje de prendimiento a los 90 días.....	63
Cuadro 28: Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 90 días .....	63
Cuadro 29: Análisis de varianza de número de brotes a los 90 días .....	65
Cuadro 30: Promedio de número de brotes a los 90 días .....	65
Cuadro 31: Análisis de Varianza de vigor de la planta a los 90 días .....	66
Cuadro 32: Prueba de Duncan Factor A (especies) de vigor de la planta a los 90 días .....	66
Cuadro 33: Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de vigor de la planta a los 90 días	67
Cuadro 34: Prueba de Duncan por tratamientos de vigor de la planta a los 90 días .....	67
Cuadro 35: Clasificación por porcentaje de vigor de la planta a los 90 días.....	68
Cuadro 36: Análisis de varianza de sobrevivencia a los 120 días .....	69
Cuadro 37: Promedio de porcentaje de sobrevivencia a los 120 días .....	70
Cuadro 38: Análisis de varianza de número de brotes a los 120 días .....	71
Cuadro 39: Promedio de número de brotes a los 120 días .....	72
Cuadro 40: Análisis de varianza de número de raíces a los 120 días .....	73
Cuadro 41: Promedio de número de raíces a los 120 días.....	74
Cuadro 42: Análisis de varianza de longitud de raíces a los 120 días.....	75
Cuadro 43: Promedio de longitud de raíces a los 120 días.....	76
Cuadro 44: Análisis de varianza de Vigor de la planta a los 120 días .....	77
Cuadro 45: Prueba de Duncan Factor A (especies) de Vigor de la planta a los 120 días ...	77

Cuadro 46: Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de Vigor de la planta a los 120 días .....	78
Cuadro 47: Prueba de Duncan por tratamientos de Vigor de la planta a los 120 días.....	78
Cuadro 48: Clasificación por porcentaje de Vigor de la planta a los 120 días.....	79
Cuadro 49: Costos de producción.....	80
Cuadro 50: Costos de producción por tratamiento .....	80
Cuadro 51: Promedio de prendimiento en las distintas investigaciones .....	82
Cuadro 52: Promedio de sobrevivencia en las distintas investigaciones.....	83
Cuadro 53: Promedio de número de brotes en las distintas investigaciones .....	84
Cuadro 54: Promedio de número de raíces en las distintas investigaciones .....	85
Cuadro 55: Promedio de longitud de raíces en las distintas investigaciones .....	86
Cuadro 56: Porcentaje de vigor de planta.....	87
Cuadro 57: Costo por tratamiento .....	88

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráficos</b>	<b>Página</b>
<i>Gráfico No.1.</i> Medias de porcentaje de prendimiento a los 30 días.....	51
<i>Gráfico No.2.</i> Medias de número de brotes a los 30 días.....	53
<i>Gráfico No.3.</i> Medias de porcentaje de prendimiento a los 60 días.....	56
<i>Gráfico No.4.</i> Medias de número de brotes a los 60 días.....	58
<i>Gráfico No.5.</i> Medias de porcentaje de prendimiento a los 90 días.....	64
<i>Gráfico No.6.</i> Medias de vigor de la planta a los 90 días.....	68
<i>Gráfico No.7.</i> Medias de sobrevivencia a los 120 días. ....	70
<i>Gráfico No.8.</i> Medias de número de brotes a los 120 días.....	72
<i>Gráfico No.9.</i> Medias de número de raíces a los 120 días. ....	74
<i>Gráfico No.10.</i> Medias de longitud de raíces a los 120 días. ....	76
<i>Gráfico No.11.</i> Medias de vigor de la planta.....	79

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexos</b>	<b>Página</b>
Cuadro A1: Hoja de campo para la toma de mediciones .....	96
Cuadro A2: Análisis del té de estiércol vacuno.....	96
Mapa B1: Ubicación de la investigación.....	98
Mapa B2: Ubicación de las fuentes del material genético.....	98
Anexo C: Fotografías. ....	99

**TITULO: “PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ALISO (*Alnus acuminata* H.B.K) Y POROTÓN (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli) UTILIZANDO TRES TIPOS DE ENRAIZADORES EN LA COMUNIDAD PICALQUI DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO”**

**Autor:** Cuzco Cuzco Ruth Amanda

**Directora de tesis:** Ing. For. María Vizcaíno

**Año:** 2014

**RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo general: Determinar la respuesta de aliso (*Alnus acuminata* HBK) y porotón (*Erythrina edulis* TRIANA EX MICHELI), a la aplicación de tres tipos de enraizadores en la comunidad de Picalqui del cantón Pedro Moncayo, considerando los siguientes objetivos específicos: a) Determinar el número de brotes por tratamiento, b) Evaluar la longitud y número de raíces de las estacas, c) Determinar los costos de producción por tratamiento. El material vegetativo se obtuvo de sitios aledaños al sitio del ensayo, previo selección del árbol plus se extrajó estacas de diámetro entre 1 a 2,5 cm, y a una longitud de 15 a 20 cm en forma de bisel. Para la preparación de los enraizadores se tomó en cuenta la descripción de las casas comerciales. En cuanto para el establecimiento se preparó un volumen de 0,792 m<sup>3</sup> de sustrato para llenar 640 fundas que se necesitaba para la investigación, se construyó un pequeño invernadero para dar las respectivas protecciones al ensayo. Se empleó el diseño irrestricto al azar, con arreglo factorial AxB (2x4), con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, estableciéndose 32 unidades experimentales, con 20 plántulas por unidad experimental, aplicándose la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística con el fin de identificar los mejores tratamientos. Durante el ensayo se analizó el porcentaje de prendimiento de las estacas, número de brotes por estaca, número de raíces, longitud de raíces, vigor de la planta y sobrevivencia. La especie porotón obtuvo el mejor resultado con el tratamiento T3 (Porotón + TE) en cuanto a la variable número de brotes por planta, de la misma manera se observó que el tratamiento T1 (Porotón + IAA) fue el mejor para la variable número de raíces, para la variable longitud de raíces se encontró que el mejor tratamiento es el tratamiento T2 (Porotón + IAA). En la especie aliso se registró para la variable número de brotes al tratamiento T6 (Aliso + AIB) como el mejor, en lo referente al número de raíces el mejor resultado se encontró en el tratamiento T7 (Aliso + TE), en cuanto la variable longitud de raíces registro ser el mejor tratamiento el T7 (Aliso + TE).El tratamiento que presentó menor costo de producción fue T3 (Porotón + TE), cabe destacar que este tratamiento presentó el 100% de sobrevivencia.

**TITLE: "VEGETATIVE PROPAGATION OF ALISO (ALNUS ACUMINATA H.B.K) AND POROTON (ERYTHRINA EDULIS TRIANA EX MICHELI) USING THREE TYPES OF ROOTING IN THE PICALQUI OF THE PEDRO MONCAYO COMMUNITY"**

**Author:** Cuzco Cuzco Ruth Amanda

**Director of thesis:** Forest engineer. María Vizcaíno

**Year:** 2014

**ABSTRACT**

This investigation had a general goal: to determine the response of Alder (*Alnus acuminata* HBK) and poroton (*Erythrina edulis* TRIANA EX MICHELI), the application of three kinds of rooting in the community of Picalqui in the canton Pedro Moncayo, whereas the following specific goal is: a) determine the number of shoots per treatment, b) to measure the length and number of roots for cuttings(c) determine the costs of production per treatment. The vegetative material was obtained from adjacent places into the site of the trial, proceeding to the tree selection which it was taken away stakes diameter between 1 to 2.5 cm and a length of 15 to 20 cm in the form of bevel. For the preparation of routings description in commercial houses it was taken into account; in how to prepare a volume of 0,792 m<sup>3</sup> of substrate to fill 640 cases needed for the invistagation. It was built a small greenhouse to the respective protections the trial. It was used unrestricted design randomly in accordance with factorial AxB (2 x 4), with eight treatments and four replications, settling 32 experimental units, with 20 plants per experimental unit, applying the Duncan test to 95% statistical probability in order to identify the best treatments. The percentage of giving life to the stakes and shoots per stake, as well as number of roots, root length and vigor of the plant and survival was analyzed during the trial. The poroton species obtained was the best result with treatment T3 (Poroton + TEA) in regards to the variable number of shoots per plant, in the same way was observed that T1 (Porotón + IAA) treatment was the best for the variable number of roots, for variable length of roots found that the best treatment is the T2 (Porotón + IAA) treatment. Alder was registered for the variable in the species number of eruptions to treatment T6 (Aliso + AIB) as the best, in relation to the number of roots the best result found in T7 (Aliso + TEA) treatment, as the variable length of roots record to be the best treatment the T7 (Aliso + TEA).The treatment introduced lower cost of production was T3 (Poroton + TEA), it should be noted that this treatment presented 100% of survival



# **CAPITULO I**

## **1 INTRODUCCIÓN**

El Ecuador es considerado en el mundo como un país con una gran biodiversidad, a pesar de su reducido territorio; esta razón justifica su inclusión en el pequeño grupo de países mega diversos.

Varios son los factores que han deteriorado la biodiversidad. La sobreexplotación de plantas y animales: la extracción de madera ha causado una gran disminución de vegetación y la pérdida de fauna silvestre. La contaminación del agua, suelo y aire, con toda clase de degradantes como plaguicidas, fertilizantes, productos agroindustriales de desecho, productos de la actividad petrolera, han provocado una disminución de la biodiversidad.

La propagación de especies forestales ayudaría a fomentar aspectos de índole ecológico, económico y social razón por la cuál es importante hacer una diversificación de la producción agrícola/ganadera con la forestal, empleando técnicas aplicadas a la agroforestería la que permite emplear especies forestales nativas con cultivos, plantas y animales que interactúan biológicamente en arreglos espaciales y temporales, brindando la oportunidad a los agricultores que el recurso suelo se pueda manejar sustentablemente mediante la producción agroforestal, que se encuentra en condiciones frágiles y contribuyendo a la conservación de recursos naturales.

El desconocimiento sobre el uso de enraizadores químicos y orgánicos para la propagación de especies forestales, que permitan obtener el mayor número de plantas de buena calidad, a un bajo costo y en menor tiempo posible, y así lograr una exitosa propagación vegetativa. Con el objetivo de preservar las cualidades intrínsecas de la planta madre, obteniendo de ella el máximo provecho, en los

últimos años ha tomado gran impulso la multiplicación de plantas por medio de esquejes y con la ayuda de enraizadores (hormonas) se ha conseguido resultados exitosos.

Ante este problema y el requerimiento de plántulas para futuros programas y planes de reforestación en la Región Andina, es necesario realizar esta investigación que ayudará a conocer las bondades de las especies para la propagación vegetativa y el enraizamiento con la utilización de materiales orgánicos y químicos.

El potencial del aliso y del porotón es empleado para sistemas y prácticas agroforestales, son especies que manejadas adecuadamente puede brindar muchos beneficios al sector rural, especialmente en la alimentación del hombre, forraje para ganado, fijación del nitrógeno al suelo, aporte de materia orgánica al suelo por la caída de las hojas de fácil descomposición y en menor escala para la utilización de leña, madera de cajonería y construcción rural.

Este trabajo pretende aportar al conocimiento de la propagación vegetativa del aliso y porotón, que por su importancia en el sector forestal, agrícola y medicinal requiere un tratamiento especial.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general**

Determinar la respuesta de aliso (*Alnus acuminata* HBK) y porotón (*Erythrina edulis* TRIANA EX MICHELI), a la aplicación de tres tipos de enraizadores en la comunidad de Picalqui del cantón Pedro Moncayo.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Determinar el número de brotes por tratamiento.
- Evaluar la longitud y número de raíces de las estacas.
- Determinar los costos de producción por tratamiento.

## **1.2 Hipótesis**

### **1.2.1 Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**

La propagación vegetativa de aliso y porotón es similar empleando tres tipos de enraizadores.

$$u_1 = u_2 \dots \dots \dots = u_n$$

### **1.2.2 Hipótesis alternativa (H<sub>a</sub>)**

La propagación vegetativa de aliso y porotón es diferente al menos en uno de los tres tipos de enraizadores.

$$u_1 \neq u_2 \dots \dots \dots \neq u_n$$

## CAPITULO II

### 2 REVISION DE LITERATURA

#### 2.1 Descripción taxonómica de aliso

Según Mostacedo *et al* (2003, p.10)

**Familia:** BETULACEAE

**Nombre científico:** *Alnus acuminata* (H.B.K.)

**Nombre común:** Aliso (México); labrán (Perú); aliso (Ecuador)

#### 2.2 Descripción dendrológica

##### 2.2.1 Árbol

Es un árbol de 10 a 25m de alto y 50 cm de d.a.p. Copa estrecha, cónica densa y de color verde intenso. Fuste recto, cilíndrico, a veces multicaule. Corteza externa lisa, de color gris con lenticelas conspicuas dispuestas en estrías perpendiculares al eje del tronco. Corteza interna crema con línea café claro (Mostacedo *et al* 2003, p.10).

##### 2.2.2 Hojas

Palacios (2011) menciona que las hojas son simples, alternas, helicoidales, elípticas, serruladas; haz glabro; envés pardo, densamente tomentoso-estrellado; nervios secundarios hundidos en el haz, en especial en hojas jóvenes, dándoles un aspecto corrugado a estas (p. 90).

### **2.2.3 Flores**

Mostacedo *et al* (2003) señalan que el aliso tiene “flores unisexuales, las masculinas en amentos alargados y las femeninas con brácteas en forma de cono parecidas a las coníferas” (p.10).

Palacios (2011) muestra que la inflorescencia masculina es un amento pendiente; la inflorescencia femenina es un amento elíptico, compacto por brácteas (p. 90).

### **2.2.4 Fruto**

Mostacedo *et al* (2003) dicen que los frutos son en forma de una piña pequeña con semillas aladas, que son dispersadas por el viento (p.10).

Palacios (2011) indica que la infrutescencia es un cono leñoso, negro, de 1.5-3.3 cm de largo, con semillas diminutas (p. 90).

### **2.2.5 Raíz**

Presenta un sistema radical poco profundo, amplio y extendido. En la raíz se pueden observar nódulos relacionados con la simbiosis que presenta este árbol con *Frankia alnii* (bacteria filamentosa fijadora de nitrógeno atmosférico). Gracias a esta simbiosis el aliso es capaz de colonizar suelos pobres y fertilizar los suelos donde crece, acumulando una extraordinaria cantidad de materia orgánica en un tiempo relativamente corto (Añazco, 1996, p.15).

El sistema radicular es muy amplio y se extiende muy cerca de la superficie del suelo. Muchas raíces son leñosas y superan a veces en longitud a la altura total del árbol. En suelos arenosos y de origen aluvial se nota una tendencia a desarrollarse raíces pivotantes y poco superficiales. En los primeros 5cm del suelo y debido a las

exigencias de oxígeno, situados sobre las raíces se encuentran los nódulos que fijan el nitrógeno atmosférico (Añazco, 1996, p.15).

Los nódulos se cubren con una epidermis de coloración parda o amarillenta. Ocurren en las raíces de las plantas a temprana edad; a los dos meses se los puede observar desde la base de las raíces hasta la punta de las raicillas (Añazco, 1996, p.15).

### **2.2.6 Distribución y ecología**

Palacios (2011) menciona que el aliso “crece en bosques húmedos. En el occidente por arriba de los 900 m y en el lado oriental entre 1900 y hasta los 3500msnm. A menudo forma rodales puros sobre deslaves, taludes de carreteras y áreas disturbadas ” (p. 90).

Hofstede *et al* (1998) señala que esta especie en Ecuador crece desde 1200 hasta 3450 msnm aunque en Perú se reportan la presencia de Aliso hasta 3800m.s.n.m (p.107).

Mostacedo *et al* (2003) expresa que la especie es semidecidua, demandante de luz, de crecimiento condicionado y características de valles y áreas higrófilas en los bosques interandinos y subandinos, tanto de clima seco como húmedo. Florece entre septiembre y octubre. La fructificación se produce en enero y febrero (p.10).

Perez (2006) Mejora la fertilidad del suelo debido a que sus raíces tienen nódulos grandes que están asociados con bacterias fijadoras de nitrógeno. En su medio natural proporciona hábitat y alimento a la fauna silvestre (p.7).

### 2.2.7 Usos

El Aliso presenta los siguientes usos:

- Sector agrícola: Se sabe también que es usado en prácticas agroforestales por su capacidad de aportar las cantidades más altas de nitrógeno al suelo a través de una relación simbiótica con las raíces. Además la combinación de esta especie con pastos ayuda a aumentar la cantidad de proteína de los pastos, también brinda sombra al ganado. En otras circunstancias es utilizado como postes vivos para cercas, linderos, fajas en contorno, cortinas rompe vientos, para protección de fuentes de agua entre otros.
- Sector artesanal: La madera se usa para fabricar figuras talladas para adornar la casa, utensillos de cocina como son; cucharas, bateas, cajonería y otros usos domésticos.
- Colorante: La corteza es usada para teñir lana y algodón. Las hojas también se utilizan para teñir de amarillo y verde.
- Combustible: Su principal producto es la madera que se utiliza para leña y carbón,
- Construcción: Construcciones rurales, muebles y gabinetes, tableros, molduras, decoración de interiores y paneles.
- Medicinal: sus hojas tiernas ayudan a contrarrestar el dolor de cabeza, para colocarlas en las fracturas, en combinación con grasa ayudan a cicatrizar heridas e inflamaciones de la piel

### 2.2.8 Diferencia fenotípica entre aliso rojo y blanco.

- **El aliso blanco presenta las siguientes características**

Añazco (1996) El aliso blanco se encuentra creciendo naturalmente a 3450 msnm, presenta en su juventud hojas de color rojizo, que en ocasiones causa confusión y se lo distingue como aliso rojo. La diferencia entre el aliso rojo y el blanco es la coloración de la madera (p. 12).



Se caracteriza por tener un fuste recto, menos follaje que el aliso rojo (copa abierta), la ramificación es delgada, en la yema terminal se encuentra ciertas vellosidades que posiblemente la protege contra heladas; se ha observado que la sobrevivencia y el crecimiento inicial en áreas expuestas a heladas y sequías ha sido muy buena, rebrota con facilidad, y en algunas zonas sus hojas son ramoneadas por el ganado (Añazco, 1996, p.12).

Dos aspectos importantes que distinguen al aliso blanco, son los numerosos brotes basales que presentan el tallo principal y la presencia de “chichones”, que son raíces preformadas en forma de yemas hinchadas. Están ubicadas en la base del tallo y se las encuentra aproximadamente hasta un tercio de la altura total del árbol; aparte del tallo, también están adheridas a las ramas y brotes basales. La presencia de estas “raíces preformadas”, constituye la característica más importante en la selección de las partes vegetativas para la reproducción asexual de la especie (Añazco, 1996, p.12).

- **El aliso rojo presenta las siguientes características**

Se localiza creciendo naturalmente a 2200 msnm. Su copa es más densa que la del aliso blanco y su fuste es más pequeño; la madera es ligeramente rosada. Cuando se corta un árbol, en pocos minutos se puede observar la herida la coloración rosada a rojiza. Los individuos no poseen raíces preformadas (Añazco, 1996, p.12).

### **2.3 Descripción taxonómica de porotón.**

Según Palacios, W. (2011, p.187)

**Familia:** FABACEAE

**Nombre científico:** *Erythrina Edulis* Triana ex Michelli

**Nombre común:** Frijol, balu (Venezuela); guato, porotón, sachaporoto (Ecuador); basul, pajuro (Perú)

## **2.4 Descripción dendrológica**

### **2.4.1 Árbol**

Es un árbol con una altura promedio de 8 metros y un diámetro de tronco de 24 centímetros. Sin embargo, se han encontrado ejemplares de 14 metros de altura y 47 centímetros de grueso.

Posee espinas en las ramas y ramitas; en arboles jóvenes, las hay también en el tronco (Acero, 2000, p.2).

### **2.4.2 Hojas**

Acero (2000) señala que "Las hojas están compuestas de tres partes las láminas; tienen espinas en los peciolo y nerviaciones, son de color verde claro y se caen del árbol en buena parte cuando está iniciando la floración" (p.2).

Palacios (2011) indica que las hojas son trifoliadas con un par de glándulas en la base del par de foliolos (p. 187).

### **2.4.3 Flores**

Palacios (2011) dice que las flores son amarillas, rojas, anaranjadas, a veces muy estrechas casi como un tubo, a menudo curvas, dependiendo del tipo de picaflor que las poliniza (p.187).

Las flores de color rojo carmín tiene en un tamaño de 2.8 x1.2 centímetros y van dispuestas en racimos de hasta 45 centímetros de longitud; cada racimo con un numero de 190 flores en promedio. De estas flores solo se convierten en legumbres maduras unas 14. El paso de flor a legumbre dura 65 días. Las flores son visitadas por aves y abejas en busca de su néctar (Acero, 2000, p.2).

#### **2.4.4 Fruto**

Palacios (2011) indica que "El fruto una vaina carnosas o secas" (p. 187).

Los frutos son legumbres o vainas de 32 x 3.3 centímetros, con 6 semillas en promedio: sin embargo, se encuentran frutos de hasta 55 centímetros de longitud. El número de frutos por kilogramo es de 7 a 8. En relación al fruto total la cascara representa la mitad del peso y las semillas la otra mitad (Acero, 2000, p.2).

#### **2.4.5 Semillas**

Palacios (2011) indica que las semillas son carnosas o secas, algunas de estas son rojas o roji-negras (p. 187).

Las semillas tienen la forma de un frijol grande, con un tamaño promedio de 5.2 x 2.5 centímetros, tiene una cascarrilla de color rojo oscuro, aunque hay algunas variedades de color amarillo. El número promedio de semillas por kilogramo es de 62. Algunos agricultores dicen que el "chachafruto" o "balu" amarillo no es tan de buen sabor como el rojo (Acero, 2000, p.3).

#### **2.4.6 Raíz**

Mejía et al (1996) menciona que es pivotante, la raíz principal se distingue fácilmente por su grosos y su disposición a continuación del tallo; sobre la raíz principal se ubican las raíces secundarias de menor diámetro (p. 60).

#### **2.4.7 Distribución y ecología**

Palacios (2011) menciona que "Crece en bosques húmedos y secos 700- 3200 msnm. La mayoría de especies son caducifolias" (p. 187).

Crece bien y produce frutos en climas templados y templado-frío, a una altura de 1400 a 2400 msnm. Es un árbol que prefiere zonas húmedas con lluvias anuales superiores a 1400mm.

#### **2.4.8 Usos**

Se utiliza para cercas vivas, sistemas agroforestales por el aporte de nitrógeno. La madera es liviana. Algunas especies se usan como ornamentales. Las semillas se comen (*E. edulis* Triana ex Michelli) (Palacios, 2011, p.187).

El potencial del porotón es enorme combinado con cultivos agrícolas, es una especie que manejada adecuadamente puede brindar muchos beneficios al sector rural, especialmente en la alimentación del hombre, forraje para ganado, fijación del nitrógeno al suelo, aporte de materia orgánica al suelo por la caída de las hojas de fácil descomposición y en menor escala para la utilización de leña, madera de cajonería y construcción rural (Carlson y Añazco 1990, p.187).

Reynel y León (1990) El valor nutritivo de la semilla es mejor que otros granos provenientes de leguminosas, lo que es requerida en diferentes recetas alimenticias del consumo humano como: tortas, cremas, coladas, dulces, arepas, sancocho (p.363).

Los campesinos también la usan como medicina casera para curar el reumatismo, tos, desinflamar afecciones bucales y respiratorias. El fruto es alimento para humanos por su contenido en proteína y carbohidratos, es rico en potasio. El fruto es considerado como el alimento que otorga larga vida. (Reynel y León 1990, p.363).

## **2.5 Árbol plus**

Un árbol plus es un individuo que ha sido evaluado fenotípicamente y ha sido encontrado superior dentro de la población, en uno o más caracteres de importancia.

- Determina el lugar donde exista la presencia de árboles en cantidad
- Escoger árboles candidatos, posibles árboles plus
- Definir las características fenotípicas de los posible árboles
- Buena altura comercial y rectitud de fuste
- Forma del área basal
- Posición de las ramas
- Copa frondosa
- Presencia o ausencia de flores
- Que no presente plagas y/o enfermedades
- Edad mayor a ocho años

## **2.6 Tipos de propagación vegetal**

### **2.6.1 Propagación sexual**

La propagación sexual es la multiplicación de plántulas a través de sus semillas; cabe recalcar que es necesario que las semillas deban contener un embrión originado por la fecundación de un saco embrionario, ya que, es factible que en algunas especies existan semillas con embriones originados por división mitótica. La propagación sexual también se la puede denominar reproducción, puesto que hace referencia a la recombinación genética producida en los fenómenos de meiosis y fecundación

Este método es muy importante en trabajos de mejoramiento genético para la creación de nuevas variedades. Se obtienen plantas muy diferentes de las que les dieron origen, pudiendo resultar en plántulas poco resistentes a enfermedades o

improductivas. El crecimiento de estas plantas es lento, la fructificación es tardía e irregular y los rendimientos son bajos (Universidad Earth, 2001, p.11).

### **2.6.2 Propagación asexual**

La propagación o multiplicación asexual, también denominada multiplicación vegetativa, agámica o clonal es el proceso de obtención de plántulas por medio exclusivamente de la división celular mitótica.

Vásquez *et al* (2004) señala que la propagación clonal o vegetativa de plántulas es una producción a partir de partes vegetativas. Se utilizan tejidos vegetales que conserven la potencialidad de multiplicación y diferenciación celular para generar nuevos tallos y raíces a partir de cúmulos celulares presentes en diversos órganos (p.51).

La propagación vegetativa comprende desde procedimientos sencillos, conocidos de tiempos inmemoriales por los campesinos de todo el mundo, hasta procedimientos tecnológicamente muy avanzados, basados en la tecnología del cultivo de tejidos vegetales, mediante los cuales se puede lograr la propagación masiva de plántulas genéticamente homogéneas, mejoradas y libres de parásitos. Los procedimientos modernos permiten la obtención de cultivos totalmente libres de agentes patógenos, incluyendo virus, e incluso la fabricación de semillas artificiales por medio de la técnica de embriogénesis somática y en capsulado. Además de la propagación, las técnicas de cultivo de tejidos *in vitro* también permiten seguir procedimientos modernos de conservación de germoplasma gracias al mantenimiento prolongado de cultivos de crecimiento lento y la criopreservación de tejidos (Vásquez *et al* 2004, p.51).

Se ha podido comprobar que especies como el aliso y porotón, es preferible propagarlas vegetativamente (por estacas, brotes aéreos, esquejes, brotes enraizados) porque tienen un crecimiento más rápido que por vía sexual.

### 2.6.2.1 Estacas

Huanca (2010) señala que la propagación por estacas se puede realizar de una porción del tallo que presente de tres a cinco yemas, de una longitud variable que por lo general varían de 20 a 40 centímetros, 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 plántula independiente, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta de la cual procede (p.16).

Varela (2007) Consiste en el establecimiento mediante estacas seleccionadas, las cuales deberán tener raíces preformadas. No deben usarse estacas muy maduras o muy tiernas, las adecuadas son de color gris (p.30).

Vásquez *et al* (2004) recomiendan para obtener y manipular adecuadamente las estacas deben tomarse en cuenta varios factores: la alta humedad del aire, la intensidad moderada de luz, con temperaturas estables, un medio favorable de enraizamiento, y una protección adecuada contra el viento, las plagas y las enfermedades. Sobre todo debe evitarse la deshidratación, pues los cortes con hojas pierden rápidamente agua por medio de la transpiración, aun cuando exista una alta humedad relativa. Y es que, como no tienen raíces, la absorción de agua es mucho más lenta, y esto afecta el estado de hidratación de la estaca (p.60).

Huanca (2010) describe la importancia y las ventajas de la siguiente forma:

- **Importancia:**

Este es el método más importante para propagar arbustos ornamentales. Las estacas también se usan ampliamente en la propagación comercial en invernadero de muchas plántulas con flores de ornato y se usa en forma común para propagar diversas especies de frutales.

- **Ventajas:**

- a) Se pueden iniciar muchas plantas en un espacio limitado, partiendo de unas pocas plantas madres.
- b) Es poco costoso, rápido y sencillo, no necesitando de las técnicas especiales que se emplean para el injerto.
- c) No tienen problemas por incompatibilidad entre patrón e injerto o por malas uniones de injerto.
- d) La planta progenitora suele reproducirse con exactitud sin variación genética.

- **Tipos de Estacas**

Huanca (2010) Las estacas casi siempre se hacen de las porciones vegetativas de la planta, como los tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos), las hojas o las raíces. Se pueden hacer diversos tipos de estacas, que se clasifican de acuerdo con la parte de la planta de la cual proceden (p.17):

- a) Estacas de tallo:
  - De madera dura (Especies caducifolias)
  - Siempre verdes de hojas angostas
  - De madera semidura
  - De madera suave
  - Herbáceas.
- b) Estacas de hoja
- c) Estacas con hoja y yema
- d) Estacas de raíz.

- **Preparación del material vegetativo**

Andújar y Moya (2009) describen el proceso de la siguiente forma:



- a) Si se utilizan árboles seleccionadas en la parcela del agricultor, los tallos se cortan de la parte que se encuentre en mejor estado el material vegetal: esta puede ser basal y aérea, para obtener estacas más sanas y de fácil enraizamiento.
- b) Se recomienda utilizar tijeras o cuchillas bien afiladas y desinfectadas.
- c) Los mejores tallos para el corte de las estacas son aquellos que tienen yemas o brotes de ramas fructíferas.
- d) Si los tallos se van a transportar a un lugar alejado del sitio de recolección, se deben cortar de aproximadamente un metro de largo, se envuelven en papel periódico humedecido con agua y luego en bolsas o contenedores. Esto se hace para preservar la humedad y evitar la deshidratación.
- e) En cada tallo se cortan las ramas fructíferas, luego se corta la mitad o  $\frac{3}{4}$  de cada hoja.
- f) Finalmente se cortan estacas que contengan al menos dos o tres nudos y hojas. El corte se hace a pocos centímetros por encima del nudo evitando dañar la yema que se encuentra en la axila de la hoja.
- g) Se procede a desinfectar las estacas en una solución de fungicida (recomendada por alguna casa comercial)
- h) Después de desinfectar las estacas, se establecen en un enraizador con sustrato de cáscara de arroz carbonizada u otro sustrato disponible.
- i) Se introducen en el sustrato hasta la altura del nudo procurando que la hoja quede en la superficie.
- j) Luego se cubren con plástico transparente para mantener la humedad y permitir el paso de la luz solar.
- k) Para el buen mantenimiento de las estacas en el sustrato, se riegan con agua una o dos veces por semana.
- l) Si se detectan estacas con síntomas de enfermedades deben extraerse inmediatamente y se debe aplicar fungicida según sea el caso

- **Inducción del enraizamiento**

Vásquez *et al* (2004) Como se menciona que , no todas las plántulas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que a veces es necesario aplicar

sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladoras del crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas, regulan los procesos fisiológicos de las plántulas. Las hay de origen natural, como el ácido indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). Todas estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican la base de las estacas (p.62).

- **Sustrato de enraizamiento**

Vásquez *et al* (2004) indica que un buen medio de enraizamiento se obtiene con arena gruesa o grava fina, que debe estar limpia (aunque no necesariamente estéril) húmeda y bien aireada. Si su capacidad de retención de agua es baja se puede mejorar adicionando aserrín (no demasiado fresco), turba, vermiculita u otros materiales. En el caso de haber inicios de pudrimiento en las estacas será necesario aplicar algún fungicida al medio de enraizamiento (p.63).

- **Establecimiento de las estacas en el propagador**

Vásquez *et al* (2004) aconseja que las estacas ya preparadas se deben establecer rápidamente pero tomando en cuenta las siguientes indicaciones: los cortes deben colocarse a una profundidad de 2 a 3 cm; para asegurar que queden firmes es necesario compactar un poco el sustrato de enraizamiento; cuando se utilizan estacas con varios nudos con varias hojas se debe evitar que las hojas inferiores queden en contacto con el medio de enraizamiento para evitar la putrefacción (p.63).

- **Labores culturales básicas en plántulas en crecimiento**

Las labores culturales no deben descuidarse en ningún momento. Estas labores tienen carácter permanente y de su manejo depende mucho la calidad de las plántulas. Estas son: riego, limpieza, remoción y afinamiento.

- a) **Riego:** Una vez colocadas las estacas en las fundas se procede a regar con regadera de ducha fina. La frecuencia de riego dependerá del factor climático de la zona, lo importante es que el sustrato permanezca húmedo pero no encharcado.
- b) **Limpieza:** La presencia de hierbas en las fundas resta agua y nutrientes para las estacas; por ello es necesario realizar el deshierbe apenas aparezcan las plántulas no deseadas; si se deja que se desarrollen, al arrancarlas, se puede dañar las raíces de las plántulas.
- c) **Remoción:** Las plántulas producidas en las fundas deben ser removidas para cortar las raíces que han salido por los orificios de las fundas y evitar que las raíces se profundicen en la cama y no tener dificultades en el momento de llevar al terreno definitivo
- d) **Afinamiento:** Parte de esta preparación son la remoción, selección y clasificación de plántulas; sin embargo, es conveniente agregar el manejo de los riegos como otra tarea que permita lograr un endurecimiento adecuado. Si antes se regaba dos veces a la semana, habrá de distanciar los tiempos de riego a una vez por semana, luego se regara cada 15 días, así se va prologando hasta llegar a límites mínimos antes de sacarlos al terreno definitivo.

### 2.6.3 Brotes

Cuando se observa una rama de cualquier árbol, se puede apreciar la presencia de otras ramitas más pequeñas que nacen de las primeras; a estas ramitas terminales pequeñas que presentan talo se les denomina brotes aéreos. Estas pueden estar presentes en la parte alta, media o baja de la planta. En muchos casos se puede apreciar más claramente en las partes bajas, formando una especie de plumaje del tronco o las ramas gruesas.

Los brotes enraizados son aquellos que se encuentran en las partes bajas de los plantones de vivero, especialmente en las platabandas, y que han sido aporcados con sustrato, dándoles condiciones para el enraizamiento.

La producción consiste entonces, en hacer uso de estos brotes (aéreos o enraizados) y a partir de ellos multiplicarlos. Es importante aclarar que mejores resultados se obtienen de los brotes obtenidos de plantas jóvenes, con edades que oscilan entre 1 y 4 años.

#### **2.6.4 Esquejes**

Es el método más importante para propagar árboles, arbustos y ornamentales, ya que, se puede obtener muchas plantas en poco espacio y a partir de pocas plantas madres, además con una uniformidad constante, ya que no existe variación genética.

Los esquejes son ramitas terminales que generalmente están adheridas a una rama más gruesa, y tienen la forma de un ramillete de hojas verdes en la punta. Un buen esqueje tiene una yema terminal envuelta por varias hojitas y en la parte leñosa dispone de unas protuberancias tipo (chupón). El tamaño es variable, generalmente oscila entre 10 y 15 centímetros. Debe quedar claro que el tamaño no determina la calidad del material.

Una de sus principales características es la presencia de protuberancias; son raíces preformadas que en contacto con la tierra y la humedad inician su proceso de desarrollo. Sin embargo no es la única: puede suceder que aún no hayan desarrollado protuberancias, pero que tengan algunas otras características deseables, como la presencia de una considerable cantidad de ritidoma o cascarilla en la parte leñosa (tallito); este tipo de esqueje (aun sin chupones) está listo para emitir las raíces si se dan condiciones de humedad y sustrato adecuado.

#### **2.6.5 Acodo**

Huanca (2010) indica que 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, acodado, se separa para convertirlo en una nueva

plántula que crece sobre sus propias raíces. En un acodado es fundamental la eliminación de la luz en las partes en que se desea se formen raíces (p.7).

Huanca (2010) señala que la rama acodada sigue recibiendo agua y minerales debido a que no se corta el tallo y el xilema permanece intacto. En consecuencia, el acodado no depende del período de tiempo que una rama separada (estaca) puede mantenerse antes de que se efectúe el enraizado. Esta es una de las razones importantes por qué en muchas plantas se tiene más éxito al propagarlas por acodos que por estacas (p.7).

#### **2.6.6 Prendimiento**

Se denomina prendimiento a la capacidad que tienen las estacas de producir raíces adventicias y brotes aéreos coadyuvando a la propagación vegetativa.

Para el cálculo se requiere de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Prendimiento} = \frac{\text{Número de estacas con brotes}}{\text{Número de estacas establecidas}} \times 100$$

#### **2.6.7 Sobrevivencia**

La sobrevivencia se determina en base al número de plántulas vivas para el número de plántulas prendidas.

Para el cálculo se requiere de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Sobrevivencia} = \frac{\text{Número de estacas vivas}}{\text{Número de estacas prendidas}} \times 100$$

## **2.7 Enraizamiento**

Barahona (2012) menciona que el enraizamiento se debe realizar en una instalación que los proteja del sol y del viento, o sea, en invernadero, cajones o túneles de plástico. La humedad ambiente debe ser bastante elevada. Para favorecer el mantenimiento de esta humedad relativa puede blanquearse la cubierta, con cal y un poco de sal de cocina para que se adhiera más si es de cristal, y si es de plástico con pintura plástica blanca (p.16).

Barahona (2012) El sustrato, donde vamos a colocar las estacas, debe ser un medio inerte, poroso y no tener gérmenes de enfermedades, porque la raíz de la estaca necesita oxígeno y no admita agua estancada porque ocasionaría la pudrición de la estaca (p.17).

Barahona (2012) Es aconsejable utilizar materiales de origen volcánico como perlita, vermivulita, piedra pómez, picón, entre otros, formando gránulos pequeños, también arena de río o barranco. La perlita es muy usada, sobre todo por su menor peso y porque no se rompen las raíces al sacar la estaca para el trasplante, cosa que ocurre con frecuencia cuando se emplea turba solamente (p.17).

## **2.8 Enraizadores químicos**

Las auxinas son un grupo de fitohormonas que tienen la función de regular el crecimiento vegetal. Fundamentalmente provocan la elongación de las células. Se sintetizan en las regiones meristemáticas del ápice de los tallos y se deslizan desde allí hacia otras zonas de la planta, principalmente hacia la base, estableciéndose así un gradiente de concentración. Este movimiento se realiza a través del parénquima que rodea a los haces vasculares (Vivanco, J. 2008, p.32).

Como ha mencionado, a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladoras de

crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas regulan los procesos fisiológicos de las plántulas. Las hay de origen natural como el ácido indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). Todos estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican la base de las estacas, esquejes. La función de las auxinas es la promoción del enraizamiento tiene que ver con la división y crecimiento celular, la atracción de nutrientes y de otras sustancias al sitio de aplicación, además de las relaciones hídricas y fotosintéticas de las estacas, entre otros aspectos. Un método sencillo es la aplicación de la hormona por remojo de la base de las estacas (de 4 a 12 horas), según las instrucciones de los preparados comerciales (Vivanco, J. 2008, p.32).

## **2.8.1 Fitohormonas y sus funciones**

### **2.8.1.1 Auxinas**

Hernández (2006) manifiesta que según estudios efectuados sobre la fisiología de las auxinas a mediados de la década de 1930, demostraron que éstas intervienen en actividades de la planta tan variadas como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de las hojas y frutos y en la activación de las células del cambium.

Estimula la elongación del tallo, el crecimiento de la raíz y la diferenciación y desarrollo del fruto (p.21).

### **2.8.1.2 Citoquininas**

Hernández (2006) señala que son hormonas vegetales que intervienen en el crecimiento y diferenciación de las células. Diversos materiales naturales y sintéticos como la zeatina, kinetina y 6-benciladenina, tienen actividad de citoquinina Afecta el

crecimiento de la raíz y la diferenciación; estimulan la división celular, el crecimiento, germinación y floración (p.21).

### **2.8.1.3 Giberelinas**

Hernández (2006) indica que las giberelinas tienen una función de regulación de la síntesis del ácido nucleico y de las proteínas, y es posible que supriman la iniciación de las raíces, interfiriendo en estos procesos (p.22).

Hernández (2006) Promueve la germinación de las semillas, induce la brotación de yemas; promueve el crecimiento de las hojas, floración, desarrollo del fruto; afecta al crecimiento de la raíz y la diferenciación (p.22).

### **2.8.1.4 Ácido abscísico**

Hernández (2006) manifiesta que es un inhibidor de ocurrencia natural en las plantas; los reportes sobre el efecto en la formación de raíces adventicias son contradictorios, aparentemente y dependiendo de la concentración y estado nutricional de las plantas maternas puede estimular o inhibir la formación de raíces adventicias. Inhibe el crecimiento; cierra los estomas durante el estrés hídrico; contrarresta la dormancia de semillas (p.22).

### **2.8.1.5 Etileno**

Hernández (2006) indica que es un material gaseoso producido por las plántulas y tiene efectos hormonales, aunque no se ajusta de manera exacta a la definición de unas hormonas demostraron que el etileno al igual que el propileno, el acetileno y el monóxido de carbono, son estimuladoras de la iniciación de raíces.



Estimula la maduración del fruto; tiene efecto opuesto a algunas auxinas; estimula o inhibe el crecimiento de raíces, hojas, flores dependiendo de las especies (p.22).

## **2.9 Presentaciones comerciales**

Las principales presentaciones comerciales de las hormonas de enraizamiento son:

- Polvo
- Líquido (con un disolvente)
- Tabletas (se disuelven en agua)

De acuerdo a la presentación está destinada el tipo de aplicación determina. Es así, el polvo puede tener un uso más general y menos cuidadoso mientras que el líquido se debe emplear siguiendo instrucciones precisas, especialmente respecto al tiempo de impregnación; es decir, tiene un uso más técnico. Además, el líquido se conserva menos tiempo. Las tabletas, que se disuelven en agua, se conservan durante períodos más largos pero, una vez disueltas, tienen una vida corta.

### **2.9.1 Hormonas vegetales de uso comercial**

#### **2.9.1.1 Hormonagro # 1**

Es un poderoso estimulante, para formar un mayor sistema radicular en las plantas. Ideal para la propagación asexual por medio de estacas, para enraizar acodos y esquejes. Datos recientes indican que las aplicaciones foliares o terminales de las sustancias de crecimiento de Hormonagro # 1 fomenta eficazmente el enraizamiento (Wikipedia, 2013, párr.3).

### **2.9.1.2 Cytokin**

Es una hormona natural reguladora del crecimiento vegetal que facilita la nutrición de las plantas, promueve el brote y desarrollo de las yemas, espigas y flores, mejora el amarre de las flores y el desarrollo de los frutos, crecimiento de la raíz y sobre todo el vigor de la productividad de la plántula. Cytokin aplicado al suelo sirve para transportar nutrientes a la parte aérea de las plantas y contribuir a su turgencia; además ayuda a combatir el envejecimiento de las células (Wikipedia, 2013, párr.3).

### **2.9.1.3 Raizone\*- plus**

Faxsa (2011) El fitoregulador RAIZONE\*-PLUS es un polvo fácil de usar y cuidadosamente de preparado, que contiene sustancias reguladoras de crecimiento. Se ha usado con éxito por más de 30 años para propagar una gran diversidad de plantas difíciles de enraizar. (párr.1)

RAIZONE\*-PLUS estimula la tendencia natural de los esquejes y estacas para desarrollar raíces logrando el enraizado en un tiempo más corto, obteniendo mayor número de raíces. Muchas estacas tardan demasiado para enraizar y si no lo hacen se pudren. Las estacas que enraízan con rapidez son menos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades y es más probable que se logren. El uso del RAIZONE\*-PLUS para estimular el enraizado extiende también la temporada del año durante la que pueden obtenerse estacas viables. (Faxsa 2011, párr.1)

RAIZONE\*-PLUS es un estimulante vegetal, no un fertilizante. Los nutrientes para la plántula deben ser proporcionados en forma apropiada. Asimismo, el tratamiento de las estacas con RAIZONE\*-PLUS sirve solo para favorecer un enraizado más rápido; no es un sustituto del buen manejo, cuidado y técnica con que deben manejarse los esquejes y estacas (Faxsa 2011, párr.6)

#### **2.9.1.4 Ácido 3-índol-acético (IAA) - Nombre comercial (IAA 98%)**

Chengdu Newsun Crop Science (2013) El modo de acción de regulador del crecimiento vegetal que afecta a la división celular y elongación celular. Se utiliza para estimular el enraizamiento de esquejes de herbáceas plántulas ornamentales y leñosas.

- **Aplicación**

El IAA al 98% no es soluble en agua, así que requiere una dilución previa en alcohol. La mayoría de alcoholes que se venden en la farmacia tienen una concentración del 50%, lo cual nos permite diluir hasta 20 g de IBA 98% por litro de alcohol. A la solución de alcohol e IAA 98% disolver 25 g de vitamina (si dispone de ella, si no use el IAA 98% sola). Una vez disuelta en alcohol, lo mezclamos al agua con la que vamos a aplicar la hormona. El volumen de agua a usar dependerá, del método de aplicación.

#### **2.9.1.5 Ácido 3-índol-butírico (AIB) - Nombre comercial (IBA 98%)**

Es un producto útil para estimular el enraizamiento de herbáceas plántulas ornamentales, leñosas. También para promover el alargamiento de la raíz y el crecimiento de la raíz de lignificación flores (por ejemplo: jazmín, begonia, camelia, entre otros). Es una especie de regulador del crecimiento vegetal que actúa sobre la división celular y elongación celular en las plantas (Agricultural-chemicals, 2011)

(Agricultural-chemicals, 2011) El producto tiene pureza: 98% min, es incoloro a amarillo pálido de cristal, es soluble en alcohol, acetona; la humedad en la luz y el aire húmedo; muy estable en punto muerto, agua ácida y medio del alkaline.

- **Aplicación**

El IBA al 98% no es soluble en agua, así que requiere una dilución previa en alcohol. La mayoría de alcoholes que se venden en la farmacia tienen una concentración del 50%, lo cual nos permite diluir hasta 20 g de IBA 98% por litro de

alcohol. A la solución de alcohol e IBA 98% disolver 25 g de vitamina (si dispone de ella, si no use él IBA 98% sola). Una vez disuelta en alcohol, lo mezclamos al agua con la que vamos a aplicar la hormona. El volumen de agua a usar dependerá, del método de aplicación.

## **2.10 Enraizador orgánico.**

Sztern (1999). Los abonos orgánicos o bioabonos, son aquellas sustancias o compuestos de origen biógeno vegetal o animal que pertenecen al campo de la química orgánica, y que son en general incorporados directamente al suelo sin tratamientos previos. La aplicación de estiércoles y purines es una práctica tradicional de abonado orgánico, pero a pesar de la incorporación directa al suelo de estos residuos orgánicos puede ocasionar algún efecto beneficioso sobre la estructura y fertilidad de los suelos (p.32)

Estimula la actividad dentro, para la formación de las raíces (la plántula tiene una mejor absorción de los elementos nutritivos); también mejora la asimilación de los elementos asociados, ayuda e estimula el transporte de los elementos absorbidos hasta las zonas jóvenes de crecimiento.

Es un bioestimulante del crecimiento radicular hecho a base del estiércol animal. Favorece el desarrollo del sistema radicular en plántulas y estacas al estimular la división celular. Mejora las condiciones del suelo, así como también recupera rápidamente a las plántulas del estrés que sufren después del trasplante o repique.

El valor del estiércol de los animales como elemento importante en el mantenimiento de la fertilidad del suelo, es tan obvio, que parece necio repetir la conveniencia de emplearlo en la fabricación de abonos orgánicos.

### **2.10.1 Té de estiércol vacuno.**

Es una preparación que convierte el estiércol vacuno sólido en un abono líquido, durante este proceso el estiércol suelta sus nutrientes al agua para de esta forma hacerlos disponibles para las plantas.

Este actúa como enraizador para estacas y esquejes de plantas forestales, es un nuevo método que se está probando ya que es un abono líquido que proporciona nitrógeno y otros elementos minerales que necesita las plántulas para su crecimiento, este ayuda al incremento de la flora microbiana provocando de esta manera un beneficio para las plántulas.

El té se puede guardar hasta por tres meses, se debe almacenar en un sitio sombreado y fresco, debiendo mantenerse tapado para evitar la pérdida de los nutrientes por volatilización.

#### **2.10.1.1 Composición química del se té estiércol**

Los nutrientes encontrados en el té ayudan a construir y desarrollar la masa radicular, la formación de brotes y desarrollo de las hojas. La composición química del té es variable debido a diversos factores tales como: la edad, especie del ganado, el tipo de alimentación, tipo de ración y digestibilidad. El porcentaje normal de humedad se encuentra en un rango de 68- 85%; el contenido de Nitrógeno está entre 50-100%; el contenido de fosforo se ubica entre 9-20% y el porcentaje normal de Potasio se encuentra entre 13-92% en animales con pesos entre 364 a 432Kg.

- a) **N:** Forma parte de las proteínas y enzimas y de la molécula de clorofila, por lo tanto es indispensable en la síntesis de proteínas y vital para la realización de la fotosíntesis, acelera la división celular , la elongación de las raíces y mejora la calidad de ellas al absorber fósforo.
- b) **P:** El potasio es un nutriente esencial para las plantas y es requerido en grandes cantidades para el crecimiento y la reproducción de las plantas. Se considera

segundo luego del nitrógeno, cuando se trata de nutrientes que necesitan las plantas y es generalmente considerado como el "nutriente de calidad". El potasio afecta la forma, tamaño, color y sabor de la planta y a otras medidas atribuidas a la calidad del producto.

c) **K:** Promueve el desarrollo de raíces, índice de área foliar (IAF), floración y permite adelantar la maduración. Es muy importante en las primeras etapas de crecimiento, ya que cumple un rol importante en el almacenamiento y transferencia de energía.

El fósforo soluble en la rizósfera es muy importante hasta el estado de seis hojas extendidas, debido al escaso desarrollo del sistema radicular. En etapas más avanzadas el P disponible disminuye, pero esta situación es compensada por la mayor capacidad radicular de explorar el suelo.

d) **Ca:** La absorción del calcio por la planta es pasiva y no requiere una fuente de energía. El calcio se transporta por la planta principalmente a través del xilema, junto con el agua. Por lo tanto, la absorción del calcio, está directamente relacionada con la proporción de transpiración de la planta.

Las condiciones de humedad alta, frío y un bajo nivel de transpiración pueden causar deficiencia del calcio. El aumento de la salinidad del suelo también podría causar deficiencia de calcio, ya que disminuye la absorción de agua por la planta.

Dado que la movilidad del calcio en las plantas es limitada, la deficiencia de calcio aparece en las hojas más jóvenes y en la fruta, porque tienen una tasa de transpiración muy baja. Por lo tanto, es necesario tener un suministro constante de calcio para un crecimiento continuo.

e) **Mg:** Es clave para una amplia gama de funciones en los vegetales. Uno de los papeles bien conocidos del magnesio se encuentra en el proceso de la fotosíntesis, ya que es un componente básico de la clorofila, la molécula que da a las plantas su color verde, debido a la deficiencia de magnesio puede ser un factor importante que limita la producción.

f) **pH:** Existe una íntima relación entre pH y la fertilidad. El pH afecta a la disponibilidad de los nutrientes en dos aspectos fundamentales: afecta a la disolución de nutrientes y condiciona la absorción de los nutrientes por parte de las raíces,

### **2.10.1.2 Los estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas**

La condición biológica es otro aspecto afectado por la práctica del abonado orgánico. El estiércol ejerce un efecto favorable en tal condición por el gran y variado número de bacterias que posee. Éstas producen transformaciones químicas no sólo en el estiércol mismo sino, además, en el suelo, haciendo que muchos elementos no aprovechables por las plantas puedan ser asimilados por ellas. Además, el estercolado puede aumentar la población y la actividad de algunos componentes de la fauna edáfica, como por ejemplo las lombrices. (Sosa, 2005, p)

No obstante las consideraciones precedentes, el interés esencial que a nivel de los productores y de muchos profesionales del agro provocan los estiércoles en calidad de enmiendas suele estar centrado en su posible aptitud como fertilizante químico. Como proveedores de nutrientes en estos materiales son de bajo grado si se los compara con los fertilizantes industriales. Asimismo, debido a la resistencia a la descomposición de algunas de las fracciones orgánicas presentes en los estiércoles, sólo una parte de los nutrientes presentes el producto original queda finalmente a disposición de las plántulas.

Sin embargo, no debe desdeñarse en absoluto el valor fertilizante de los estiércoles, particularmente si las cantidades que se aplican al suelo son superiores a los 10.000 kg/ha. Si se tienen en cuenta los datos expuestos, puede decirse que en una incorporación de 20.000 kg/ha de estiércol fresco de vacuno (con 80% de humedad), se aportan al suelo 50,8 kg/ha de nitrógeno, 33,6 kg/ha de potasio y 32,4 kg/ha de fósforo asimilable; mientras que aplicando igual dosis de gallinaza (estiércol de pollo sin cama), se inyectan al suelo 142,8 kg/ha de nitrógeno, 83,4

kg/ha de potasio y 231,6 kg/ha de fósforo asimilable (tomando a la enmienda con una humedad del 70%). Ver cuadro 1

**Cuadro 1: Composición media de estiércol vacuno fresco (como porcentaje de la materia seca)**

Nutriente	Aso y Bustos	IICA
Materia orgánica (%)	48,9	-----
Nitrógeno total (%)	1,27	3,4
Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %)	0,81	1,3
Potasio (K <sub>2</sub> O, %)	0,84	3,5
Calcio (CaO, %)	2,03	-----
Magnesio (MgO, %)	0,51	-----

Fuente: Aso y Bustos, 1991; IICA, 1972

Elaborado por: La Autora

### 2.3 Investigaciones relacionadas

- **Propagación vegetativa de porotón**

Esta investigación fue realizada por el ingeniero Patricio García, en el periodo de marzo a diciembre del 2006, en la Granja Experimental La Pradera ubicada en la parroquia Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, Ecuador.

El ensayo tuvo como objetivo general determinar las procedencias y diámetros de estacas con y sin hormonas que resulten más apropiadas para la propagación vegetativa del porotón, para lo cual se usó estacas de tres procedencias y tres diámetros diferentes con y sin hormona. Donde se analizó: sobrevivencia, diámetro basal, altura de brotes, efecto de la hormona y costos de producción.

Para esta investigación se utilizó el diseño de irrestricto al azar. Cada unidad experimental se integró de 12 unidades, con 18 tratamientos en cinco observaciones, que dan un total de 1080 unidades. La prueba de rango que se usó fue Tukey al 95% y 99%. Ver cuadro 2



**Cuadro 2: Resumen de todas las variables**

Nº	Variabales	Promedio	Unidades	Días de establecimiento
1	Sobrevivencia	80,16	%	210
2	Brotación	27	%	210
3	Longitud de raíces	49	Cm	270
4	Número de raicillas	12	Raicillas	270
5	Costos de producción	9014,41	\$	

Fuente: García 2008

Elaborado por: La Autora

- **Propagación vegetativa de aliso**

El presente ensayo fue realizado por el tecnólogo Diego Portilla, en el año 2012, el mismo que se realizó en el vivero de la comunidad de Rumipamba parroquia la Esperanza, cantón de Ibarra, provincia de Imbabura.

La investigación tuvo como objetivo general propagar el aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza, para lo cual el material vegetativo se colecto de la base de los arboles seleccionados, en esta investigación las variables a evaluar fueron porcentaje de prendimiento, numero de rebrotes, longitud de raíces por muestreo.

Los sustratos que se emplearon fueron los siguientes:

**Sustrato 1** (s1): tierra de paramo y humus 2:1, donde se procedió a la mezcla de los sustratos tomando en cuenta la unidad de medida dos carretillas de tierra de paramo y una carretilla de humus.

**Sustrato 2** (s2): tierra de paramo con un 96% y un 4% de presencia mínima de arena de rio.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de estimadores estadísticos proporcionando para el S1 como para el S2, donde se obtuvo como

resultado que el S1 fue el favorable para responder a todas las variables establecidas. Cabe mencionar que los datos fueron obtenidos en un lapso de 50 días. Ver cuadro 3

**Cuadro 3: Resumen de todas las variables**

Nº	Variables	Promedio	Unidades	Días de establecimiento
1	Prendimiento	36,50	%	50
2	Número de brotes	2,40	Número	50
3	Longitud de raíces	4,23	Cm	50

Fuente: Portilla 2012

Elaborado por: La Autora

- **Multiplicación asexual de estacas de aliso**

Esta investigación fue realizada por los ingenieros Sánchez y Valverde, en el año 2006 en el Laguacoto I, Provincia Bolívar.

El ensayo titulado Evaluación del proceso de multiplicación asexual de Estacas de Aliso (*Alnus acuminata*), utilizando cuatro sustratos y tres hormonas en el Laguacoto I, Provincia Bolívar. Tuvo como objetivo principal Evaluar el proceso de multiplicación asexual de estacas de Aliso utilizando cuatro sustratos y tres hormonas en el Laguacoto I, Provincia Bolívar.

En el ensayo se analizó: porcentaje de prendimiento, altura de brote, numero de brote por estaca, diámetro del tallo del brote, diámetro del peciolo de la hoja, longitud del peciolo de la hoja, numero de hojas, largo y ancho de las hojas, porcentaje de sobrevivencia, volumen de la raíz, longitud de la raíz.

En esta investigación se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar en arreglo factorial de 4 x 3 y con tres repeticiones, donde el factor A: correspondió a cuatro tipos de sustratos y el factor B fueron tres tipos de hormonas obteniéndose así doce tratamientos.

Se realizaron análisis químico de sustratos, análisis de varianza, prueba de Tukey al 5%, para comparar los promedios de los factores principales (Sustratos y Hormonas) y su Interacción, análisis de correlación y regresión lineal. Ver cuadro 4

**Cuadro 4: Resumen de todas las variables**

<b>Nº</b>	<b>Variables</b>	<b>Promedio</b>	<b>Unidades</b>	<b>Días de establecimiento</b>
1	Sobrevivencia	73,64	%	150
2	Prendimiento	54,00	%	120
3	Número de Brotes	1,84	Número	90
4	Longitud de raíces	5,35	Cm	150
5	Costos de producción		\$	

**Fuente:** Sánchez y Valverde, 2006

**Elaborado por:** La Autora

## CAPITULO III

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del área en estudio.

##### 3.1.1 Localización del área en estudio

El presente proyecto se realizó en la provincia de Pichincha, Cantón Pedro Moncayo, Parroquia de Tabacundo en la comuna de Picalqui.

##### 3.1.2 Ubicación geográfica.

**Longitud:** 0808173 X

**Latitud:** 10003217 Y

**Altitud:** 2.796 msnm

##### 3.1.3 Datos climáticos.

**Temperatura Promedio Anual:** 14 °C.

**Precipitación Promedio Anual:** 420 mm.

**Humedad Relativa:** 75.3 %.

**Velocidad del viento:** 15.4 m/s S. E. (55.44 km/hora).

**Nubosidad:** 6/8

**Meses secos:** Junio, Julio, Agosto (variable).

**Meses lluviosos:** Enero, Marzo, Abril, Mayo (variable).

**Zona de vida:** Bosque siempreverde montano bajo del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes (MAE, 2012)

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI (2012).

### **3.1.4 Características edáficas del sitio en estudio**

Textura: Suelo franco arenoso

Topografía: plana

pH: 8,07 (alcalino)

## **3.2 Materiales e insumos**

### **3.2.1 Materiales**

#### **3.2.1.1 De campo**

- Alambre
- Carretilla
- Clavos
- Costaneras
- Fundas plásticas
- Madera para sujetar el sarán
- Pingos de eucalipto
- Piola
- Plástico
- Rótulos de identificación
- Sarán
- Tablas
- Tiras de eucalipto
- Sierra
- Tijera podadora
- Zaranda

- Rastrillo
- Martillo
- Palas
- Barra

#### **3.2.1.2 De oficina**

- Papelería
- Material de escritorio
- Materiales de transferencia

#### **3.2.1.3 Equipos e instrumentos**

- Bomba de mochila
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Flexómetro
- GPS
- Pie de Rey
- Regla

### **3.2.2 Insumos**

#### **3.2.2.1 Enraizadores**

- Ácido 3-índol-acético (IAA) - Nombre comercial (IAA 98%)
- Ácido 3-indol-butírico (AIB) - Nombre comercial (IBA 98%)
- Te de estiércol vacuno
- Alcohol al 50% de concentración

### 3.2.2.2 Material vegetativo

- Estacas de Aliso
- Estacas de Porotón

### 3.2.2.3 Material para sustratos

- Arena de río
- Tierra de páramo
- Tierra de vivero
- Humus

## 3.3 Metodología

La fuente del material vegetativo de donde se obtuvieron las estacas de aliso (rojo) se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, Cantón Pedro Moncayo, Parroquia Tabacundo en el barrio La Cruz.

**Longitud:** 0807698 X

**Latitud:** 10004861 Y

**Altitud:** 2.898 m.s.n.m

La ubicación de material vegetativo de donde se obtuvieron las estacas de porotón se encuentra en la provincia de Pichincha, Cantón Pedro Moncayo, Parroquia La Esperanza en el barrio Vicente Solano.

**Longitud:** 0806983 X

**Latitud:** 10002857 Y

**Altitud:** 2.790 m.s.n.m

### **3.3.1 Manejo del ensayo**

#### **3.3.1.1 Caracterización de la fuente**

Después de visitar varias fuentes del material vegetativo y determinar el árbol plus, para obtener las estacas de aliso y porotón, se encontraron sitios cerca al lugar de la investigación donde los mismos presentaban un suelo franco arenoso con un pH (alcalino), temperatura promedio anual de 20°C, en cuanto a la cobertura vegetal se encontró la presencia de árboles forestales, frutales, arbustos, pastos, hierbas menores y en presencia de prácticas agroforestales.

#### **3.3.1.2 Recolección y preparación de material vegetativo**

Para la propagación se utilizó al aliso blanco, ya que, por sus características fenotípicas posee raíces preformadas las cuales lo diferencian del aliso rojo.

Luego de seleccionar los árboles para la extracción del material vegetativo, se tomaron varetas de las ramas que se encuentra en la partes bajas e intermedias, con la ayuda de tijeras de podar. Se consideró que las ramas presenten preferentemente yemas preformadas lo que viabilizo la formación de raíces en un lapso de tiempo diferente.

El tamaño del material vegetativo tuvo un diámetro entre a 1 a 2,5 cm, y con la ayuda de las tijeras de podar se cortó a una longitud de 15 a 20 cm en forma de bisel. Las estacas se colocaron en tinas con el enraizador correspondiente para luego ser transportados al lugar del establecimiento.

#### **3.3.1.3 Preparación de sustrato**

La mezcla del sustrato tuvo una proporción de 2:1:1:2 Tierra de vivero, tierra de páramo, humus y arena de rio respectivamente.

Se preparó un volumen de 0,792 m<sup>3</sup> para llenar 640 fundas que se necesitaba para la investigación, se tamizó las diferentes tierras con una zaranda que permitió



separa: piedras, terrones y materiales gruesos y así obtener un sustrato suelto y uniforme para facilitar el desarrollo de las raíces.

#### **3.3.1.4 Desinfección del sustrato**

El sustrato fue sometido a la desinfección para lo cual se utilizó 20cc de vitavax en 20lt de agua, se los mezcló en una bomba de mochila, para después aplicar la mezcla en el sustrato, para que la desinfección sea homogénea se revolvió el sustrato hasta conseguir que esté totalmente humedecido, para ello se cubrió con plástico y se dejó por 24 horas en reposo para optimizar y garantizar el efecto de este proceso.

#### **3.3.1.5 Enfundado**

Se utilizaron fundas de polietileno color negro de 10 cm por 15 cm, las que se llenaron de sustrato evitando que se formen bolsas de aire en, sobre todo en la zona inferior de la funda y con una palita se ayudó a la compactación.

#### **3.3.1.6 Preparación de enraizadores**

Se procedió a preparar los enraizadores tomando en cuenta las recomendaciones establecidas por las casas comerciales, esto se lo realizó en los volúmenes necesarios para la presente investigación

- **Ácido 3-índol-acético (IAA) – Nombre comercial IAA 98%**

Se preparó empleando 2gr en 0,10 lt de alcohol al 50% de concentración, una vez disuelto totalmente el IAA 98% en alcohol, se procedió a mezclar esta sustancia en cuatro litros de agua, de acuerdo a las recomendaciones de la casa comercial; esta preparación se la colocó en una tina, para posteriormente sumergir las estacas de

aliso y porotón correspondientes a este enraizador, donde permanecieron por un lapso de 12 horas.

- **Ácido 3indol-butírico (IBA) - Nombre comercial IBA 98%**

Se colocó dos gramos del enraizador en 0,10 litros de alcohol al 50% de concentración, una vez disuelto totalmente se procedió a mezclar esta sustancia en cuatro litros de agua, considerando las recomendaciones técnicas de la casa comercial. Seguidamente se colocó en una tina donde se sumergieron las estacas de aliso y porotón correspondientes a este enraizador dejándolas reposar por un periodo de 12 horas.

- **Té (Té de estiércol vacuno)**

Para la elaboración del té de estiércol vacuno, se recolectó dos libras de excremento semi-seco, el cual se desmenuzó en ocho litros de agua y se dejó reposar por 48 horas en un balde muy bien tapado. Seguidamente se filtró para separar la materia gruesa de la fina, posteriormente se colocó en una tina donde se sumergieron las estacas de aliso y porotón en el enraizador orgánico dejándolas reposar por un lapso de 12 horas. Ver cuadro 5

**Cuadro 5: Análisis químico del té de estiércol vacuno**

Nutriente	Valor	Unidad
N	91,30	mg/l
P	46,00	mg/l
K	74,00	mg/l
Ca	32,20	mg/l
Mg	97,00	mg/l
pH	7,07	----

**Fuente:** Laboratorio de análisis físicos, químicos y microbiológicos, Universidad Técnica del Norte, 2013

**Elaborado por:** La Autora

La vaca de la cual se obtuvo el estiércol tenía dos años, de raza Holstein, con un consumo de alimento diario de 40 kilos, que constaba de alfalfa 5%, trébol 5 % y ray grass 90%.

- **SE (Sin enraizador, Testigo)**

Para el caso de las estacas de aliso y porotón que se propagaron sin enraizador, se almacenó agua de acequia en una tina de cuatro litros, donde se colocó las estacas y se dejó permanecer durante un lapso de 12 horas.

### **3.3.1.7 Instalación del ensayo**

Se procedió al establecimiento de las estacas con la ayuda de los repicadores para la realización de los hoyos en las fundas de sustrato, luego se colocó las estacas en las fundas ubicándolas en forma inclinada, se introdujo aproximadamente un tercio de la estaca porción que previamente se encontraba sumergida en el enraizador correspondiente, posteriormente se rellenó con sustrato muy fino y se procedió a regar.

### **3.3.1.8 Protección**

Inmediatamente posterior al establecimiento se procedió a llevar las fundas con las estacas a un pequeño invernadero el cual estaba construido de plástico para el techo y de sarán para las paredes, puesto que, este material ayudó a la aireación y a mantener temperatura para contribuir con la propagación.

### **3.3.1.9 Riego**

Se realizó la primera y segunda semana cada dos días, la tercera y cuarta semana cada tres o cuatro días, según las necesidades que presentaba la planta y las condiciones del clima, el riego se lo hizo en horas de la mañana (06:00), realizando

riegos moderados, con una bomba de mochila de 20 litros durante el primer mes de instalado el ensayo, y para los meses posteriores se utilizó un pequeño balde. Para el riego se utilizó agua de acequia donde se recogía en un tanque de 200 litros, y en otras ocasiones cuando llovía se recogía el agua lluvia en baldes.

#### **3.3.1.10 Deshierbe**

La limpieza de malezas inicio a los 30 días de realizado el establecimiento, con la finalidad de que no exista competencia en el aprovechamiento de nutrientes, luego se realizó cada vez que era necesario cuidando de que no se maltraten los pequeños y nuevos brotes.

#### **3.3.1.11 Codificación**

Se colocaron rótulos para cada uno de los tratamientos y testigos, de acuerdo a la clasificación del cuadro de tratamientos en estudio.

### **3.4 Diseño experimental.**

Se utilizó el diseño experimental de Irrestricto al Azar con Arreglo Factorial A x B (2 x 4), con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, en la que A corresponde a especies y B a enraizadores.

La superficie total del ensayo fue de 25m<sup>2</sup> (5m x 5m), con 32 unidades experimentales y un total de 640 plantas.

#### **3.4.1 Análisis de varianza**

En el cuadro 6 se describen las fuentes de variación y sus correspondiente grados de libertad.

**Cuadro 6: Análisis de varianza (ADEVA)**

FV (Fuente de variación)	GL (Grados de libertad)
Tratamientos	8-1=7
FA	2-1=1
FB	4-1=3
FA x FB	(2-1)x(4-1)=3
Error	(4-1)(8-1)=24
<b>TOTAL</b>	<b>(4x8)-1=31</b>

Elaborado por: La Autora

### 3.4.2 Diseño experimental

$$Y_{ij} = \underbrace{\mu + \tau_i + \epsilon_{ij}}_{\alpha + \theta + \alpha\theta}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = observación individual

$\mu$  = media común

$$\tau_i = \text{efecto de tratamientos} \begin{cases} \alpha = \text{Efecto de especies} \\ \theta = \text{Efecto de enraizadores} \\ \alpha\theta = \text{Interacción } \alpha \times \theta \end{cases}$$

$\epsilon_{ij}$  = error experimental

### 3.4.3 Prueba de significancia

Se utilizó la prueba Duncan al 95 % de probabilidad estadística con la finalidad de determinar el o los mejores tratamientos.

### 3.4.4 Características del campo experimental

- Número de unidades experimentales: 32
- Número de plantas por unidad experimental: 20
- Numero de repeticiones: 4

- Numero de tratamiento: 8
- Número de plantas por tratamiento: 80
- Total de plántulas: 640

### **3.4.5 Factores de estudio.**

Los factores en estudio que se presentaron para este trabajo fueron dos: dos especies (A) Aliso y Porotón y tres enraizadores (B) IAA, AIB, (TE DE ESTIERCOL).

#### **3.4.5.1 Factor A (especies)**

- A1 = Porotón
- A2 = Aliso

#### **3.4.5.2 Factor B (enraizadores)**

- B1 = IAA
- B2 = AIB
- B3 = TE (Té de estiércol vacuno)
- B4 = SE (Sin enraizador, Testigo)

### **3.4.6 Tratamientos en estudio**

Para la investigación se planteó los siguientes tratamientos con la consiguiente descripción y código. Ver cuadro 7

**Cuadro 7: Tratamientos para la evaluación de especies forestales y enraizadores**

<b>Tratamientos</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
T1	A1B1	Porotón + IAA
T2	A1B2	Porotón + AIB
T3	A1B3	Porotón + TE
T4	A1B4	Porotón + SE
T5	A2B1	Aliso + IAA
T6	A2B2	Aliso + AIB
T7	A2B3	Aliso + TE
T8	A2B4	Aliso + SE

**Elaborado por:** La Autora

### **3.4.7 Variables en estudio**

Las variables que se consideraron en la investigación son:

- Porcentaje de prendimiento de las estacas
- Número de brotes por estaca
- Número de raíces
- Longitud de raíces
- Vigor de la planta
- Supervivencia

### **3.4.8 Manejo específico del ensayo**

#### **3.4.8.1 Toma de datos de las variables**

La evaluación se realizó a partir de los 30 días del establecimiento de las estacas hasta culminar con la última evaluación a los 120 días, evaluando los siguientes parámetros:

#### **3.4.8.2 Porcentaje de prendimiento de las estacas**

El porcentaje de prendimiento de las estacas se tomó cuantificando el número de estacas que presentaron brotes a los 30 días del establecimiento, donde se procedió a contar en cada uno de los tratamientos, las lecturas fueron realizadas cada 30 días durante un periodo de 120 días.

#### **3.4.8.3 Número de brotes por estaca**

Se contabilizó y registro en la hoja de campo el número de brotes por cada plántula a los 30 días del establecimiento y las lecturas se las realizo cada 30 días durante un periodo de 120 días.

#### **3.4.8.4 Número de raíces**

Se realizó un muestreo de cuatro estacas al azar por tratamiento en todas las repeticiones, en las cuales se contabilizo el número de raíces por plántula a los 60 y 120 días a partir del establecimiento del ensayo.

#### **3.4.8.5 Longitud de raíces**

Para la longitud de raíces se midió en las mismas estacas que fueron seleccionadas para el conteo del número de raíces. El dato se tomó a la raíz más larga de la plántula, el incremento de la longitud de raíces se tomó a los 60 y 120 días, para esto se utilizó una regla graduada en cm.

#### **3.4.8.6 Vigor de la plántula**

El vigor de la planta se determinó los 90 y 120 días para lo cual se utilizó la siguiente tabla de vigor para clasificar de acuerdo a su condición visible. Ver cuadro 8



**Cuadro 8: Categorías y características de las plántulas**

Código	Categoría	Características
1	Mala	Plántulas muertas, secas
2	Regular	Plántulas con un porcentaje inferior al 50% de hojas verdes aparición de un brote
3	Buena	Plántulas con por lo menos el 50% de hojas verdes y presencia de dos brotes
4	Excelente	Plántulas con el 100% de hojas verdes y presencia de dos o más brotes

Elaborado por: La Autora

#### **3.4.8.7 Sobrevivencia**

Para la sobrevivencia se determinó en base al número de plántulas vivas para el número de plántulas prendidas, esta medición se tomó a los 120 días.

### **3.5 Análisis de costos**

Para determinar los costos de producción por plántulas se tomó todos los costos incididos, para obtener el costo total de la investigación, consecutivamente se lo dividió para el número de plántulas producidas.

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Primera medición

##### 4.1.1 Porcentaje de prendimiento a los 30 días

Al realizar el análisis de varianza se encontró para las fuentes de variación tratamientos, factor B (enraizadores) y la interacción AxB, se registra un valor de Fisher altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística. En cuanto a la fuente de variación factor A (especies) se obtuvo un valor no significativo. Se acepta la hipótesis alterna al existir diferencias significativas entre los tratamientos, por tal razón se efectúa la prueba de Duncan. Ver cuadro 9

**Cuadro 9: Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento a los 30 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0.05\%}$	F $\alpha_{0.01}$
TRATAMIENTOS	4767,97	7	681,14	5,39	**	2,43	3,50
FACTOR A	175,78	1	175,78	1,39	ns	4,26	7,82
FACTOR B	2633,59	3	877,86	6,95	**	3,01	4,72
A*B	1958,59	3	652,86	5,17	**	3,01	4,72
ERROR EXP.	3031,25	24	126,3				
TOTAL	7799,22	31					
CV = 49,60							

**Elaborado por:** la Autora.

El coeficiente de variación de 49,60% indica que el ensayo presenta heterogeneidad en la variable porcentaje de prendimiento, obteniéndose un valor promedio de 22,66%.

#### 4.1.1.1 Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de porcentaje de prendimiento 30 días

En la prueba de Duncan al 95% se observa que en el factor B (enraizadores) se forman dos grupos donde TE con una media de 36,88 es el que presenta un mayor prendimiento, y con 11,88 el enraizador IAA es el porcentaje más bajo encontrándose así en el último lugar de la tabla. Ver cuadro 10

**Cuadro 10: Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de porcentaje de prendimiento 30 días**

FACTOR B	MEDIA (%)	RANGO	
TE	36,88	A	
SE	22,50		B
AIB	19,38		B
IAA	11,88		B

Elaborado por: la Autora

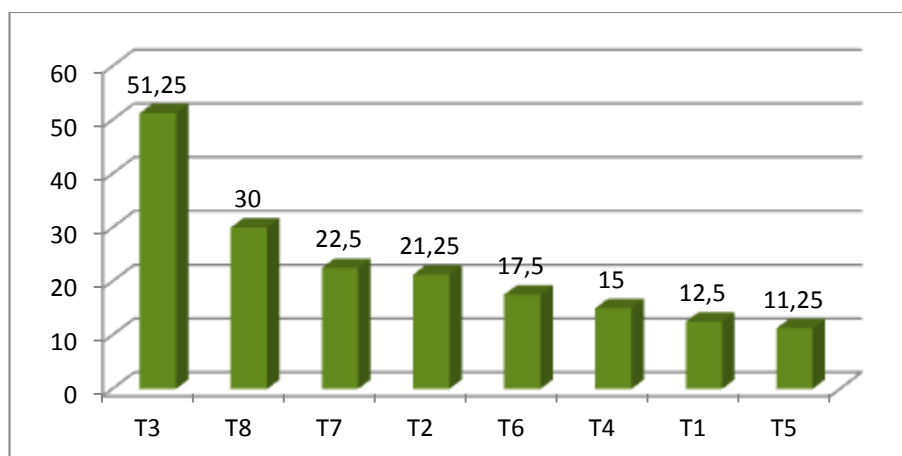
#### 4.1.1.2 Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 30 días

En la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron tres rangos; sobresaliendo con los mayores valores promedios de porcentaje de prendimiento el tratamiento T3 (Porotón + TE); por el contrario el tratamiento que presento menor valor promedio fue el tratamiento T5 (Aliso + IAA). Ver cuadro 11

**Cuadro 11: Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 30 días**

TRATAMIENTO	FACTOR A	FACTOR B	MEDIA (%)	RANGO		
T3	Porotón	TE	51,25	A		
T8	Aliso	SE	30,00		B	
T7	Aliso	TE	22,50		B	C
T2	Porotón	AIB	21,25		B	C
T6	Aliso	AIB	17,50		B	C
T4	Porotón	SE	15,00		B	C
T1	Porotón	IAA	12,50		B	C
T5	Aliso	IAA	11,25			C

Elaborado por: La Autora.



Elaborado por: La Autora.

**Gráfico No.1. Medias de porcentaje de prendimiento a los 30 días**

En el gráfico de medias que se presenta se observa como sobresaliente con los mayores valores promedios de porcentaje de prendimiento el tratamiento T3, (Porotón + TE), con una media de 51,25%; por lo contrario el T5 (Aliso + IAA) posee una media de 11,25% por lo tanto lo ubica en el último lugar.

#### 4.1.2 Número de brotes a los 30 días

En el análisis de varianza se analizó que para las fuentes de variación tratamientos, factor A (especies), factor B (enraizadores) y la interacción AxB, se

registra un valor de Fisher no significativo al nivel del 95% de probabilidad estadística.

En vista que para la fuente de variación tratamientos no se registra diferencias significativas, no es necesario realizar el desglose del arreglo factorial, ya que, los factores y la interacción no van a presentar diferencias estadísticas. Se acepta la hipótesis nula al no existir diferencias significativas, es decir, todos los tratamientos son iguales, por tal razón no se realiza la prueba de Duncan. Ver cuadro 12

**Cuadro 12: Análisis de varianza de número de brotes a los 30 días**

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha$ 0.05%	F $\alpha$ 0.01	
TRATAMIENTOS	3,83	7	0,55	1,06	ns	2,47	3,59
ERROR EXP.	11,32	22	0,51				
TOTAL	15,15	29					
CV = 37,35							

**Elaborado por:** La Autora.

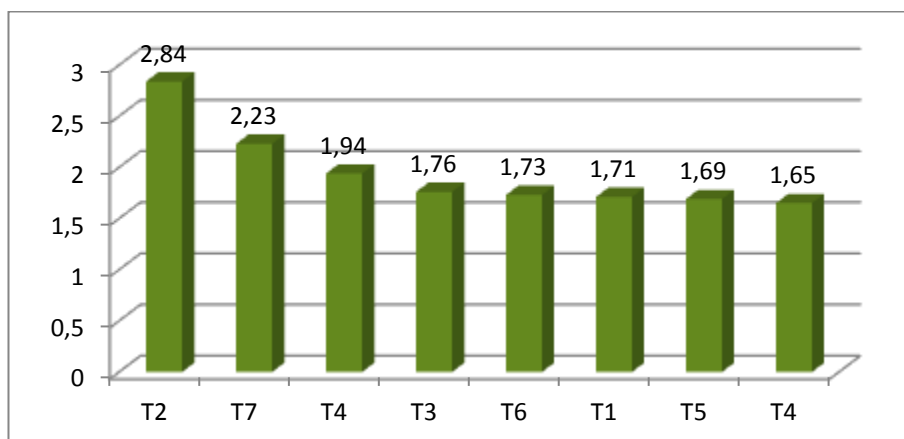
El coeficiente de variación de 37,35% indica que el ensayo es relativamente heterogéneo en la variable números de brotes, obteniéndose un valor promedio de 1,94 brotes para las medias de los tratamientos.

En el cuadro que a continuación se observa se registra que los tratamientos T2 (Porotón + IAA), T7 (Aliso + TE) son los que presentan mayor valor en cuanto a las medias de los tratamientos; por el contrario el tratamiento T4 (Porotón + SE) presentó el menor valor en las medias en cuanto al número de brotes. Ver cuadro 13

**Cuadro 13: Promedio de número de brotes a los 30 días**

TRATAMIENTO	MEDIA
T2	2,84
T7	2,23
T4	1,94
T3	1,76
T6	1,73
T1	1,71
T5	1,69
T4	1,65

**Elaborado por:** La Autora.



Elaborado por: La Autora.

**Gráfico No.2. Medias de número de brotes a los 30 días**

En el gráfico de medias que se presenta se observa como sobresaliente con los mayores valores promedios de numero de brotes de al tratamiento T2 (Porotón + IAA), con una media de 2,84 brotes por plántula; por lo contrario el T4 (Porotón + SE) posee una media de 1,65 brotes por lo tanto lo ubica en el último lugar.

## 4.2 Segunda medición

### 4.2.1 Porcentaje de prendimiento a los 60 días

Del análisis de varianza se analizó que para las fuentes de variación tratamientos, factor A (especies), el factor B (enraizadores), la interacción AxB se registra un valor de Fisher altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística. Se acepta la hipótesis alterna al existir diferencias significativas entre los tratamientos, por tal razón se efectúa la prueba de Duncan. Ver cuadro 14

**Cuadro 14: Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento a los 60 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha$ 0.05%	F $\alpha$ 0.01
TRATAMIENTOS	21921,88	7	3131,70	17,08	**	2,43	3,50
FACTOR A	15312,50	1	15312,50	83,52	**	4,26	7,82
FACTOR B	1990,63	3	663,54	3,62	**	3,01	4,72
A*B	4618,75	3	1539,58	8,40	**	3,01	4,72
ERROR EXP.	4400,00	24	183,33				
TOTAL	26321,88	31					
CV = 29,47							

Elaborado por: La Autora.

El coeficiente de variación de 29,47% indica que el ensayo presenta ser relativamente homogéneo en la variable porcentaje de prendimiento, obteniéndose un valor promedio de 45,94%

#### 4.2.1.1 Prueba de Duncan FA (especies) de porcentaje de prendimiento a los 60 días

En la prueba de Duncan se observa que el factor A (especies) se registra una media de 67,81 para la especie porotón en cuanto la especie aliso tiene una media de 24,06 de las cuales podemos fácilmente evidenciar que en la especie porotón existe un mayor porcentaje de prendimiento. Ver cuadro 15

**Cuadro 15: Prueba de Duncan FA (especies) de porcentaje de prendimiento a los 60 días**

FACTOR A	MEDIA (%)	RANGO	
Porotón	67,81	A	
Aliso	24,06		B

Elaborado por: La Autora.

#### 4.2.1.2 Prueba de Duncan Factor B (Enraizadores) de porcentaje de prendimiento a los 60 días

En el factor B (enraizadores) indica que se forman dos grupos donde TE (Té de estiércol vacuno) con una media de 56,88 es el que presenta un mayor prendimiento; por el contrario el SE (Sin enraizador) es el que presenta el porcentaje más bajo encontrándose así en el último lugar de la tabla. Ver cuadro 16.

**Cuadro 16: Prueba de Duncan Factor B (Sustratos) de porcentaje de prendimiento a los 60 días**

FACTOR B	MEDIA (%)	RANGO	
TE	56,88	A	
AIB	48,13	A	
IAA	43,75	A	
SE	35,00		B

Elaborado por: La Autora.

#### 4.2.1.3 Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 60 días

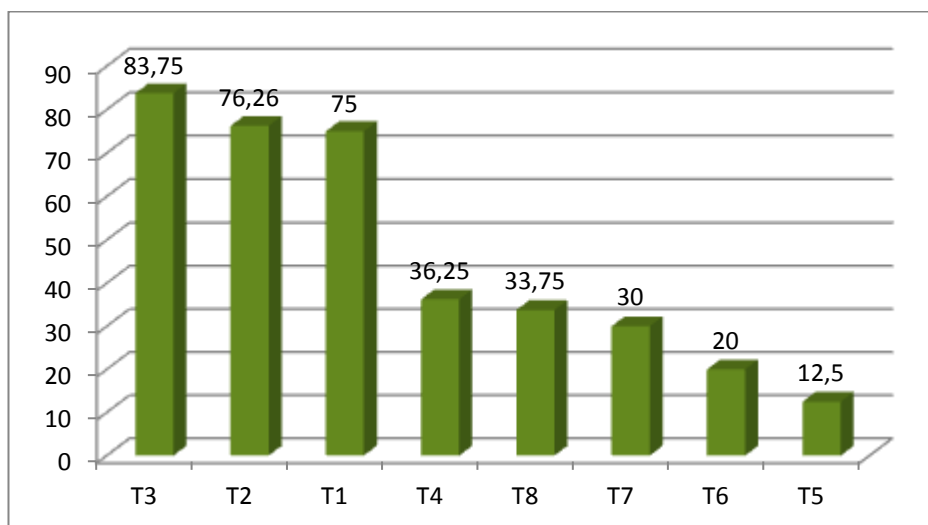
En la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron tres rangos; destacándose con los mayores valores promedios de porcentaje de prendimiento el tratamiento T3 (Porotón + TE), seguido por el tratamiento T2 (Porotón + AIB); por el contrario el tratamiento que presentó el menor valor promedio fue el tratamiento T5 (Aliso + IAA). Ver cuadro 17

**Cuadro 17: Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 60 días**

TRATAMIENTO	FACTOR A	FACTOR B	MEDIA (%)	RANGO		
T3	Porotón	TE	83,75	A		
T2	Porotón	AIB	76,26	A		
T1	Porotón	IAA	75,00	A		
T4	Porotón	SE	36,25		B	
T8	Aliso	SE	33,75		B	C
T7	Aliso	TE	30,00		B	C
T6	Aliso	AIB	20,00		B	C
T5	Aliso	IAA	12,50			C

Elaborado por: La Autora





**Elaborado por:** La Autora

**Gráfico No.3. Medias de porcentaje de prendimiento a los 60 días.**

En el gráfico de medias que antecede se observa que existe una relativa homogeneidad, sobresaliendo con los mayores valores promedios de porcentaje de prendimiento el tratamiento T3 (Porotón + TE), con una media de 83,75%; seguido por el tratamiento T2, (Porotón + AIB), con una media de 76,26%.

#### **4.2.2 Número de brotes a los 60 días**

Para la variable número de brotes se registró para las fuentes de variación tratamientos, el factor B (enraizadores), la interacción AxB se registra un valor de Fisher no significativo; por el contrario para el factor A (especies) registra un valor significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística.

En vista que para la fuente de variación tratamientos no se registra diferencias significativas, no es necesario realizar el desglose del arreglo factorial, ya que, los factores y la interacción no van a presentar diferencias estadísticas. Se acepta la hipótesis nula al no existir diferencias significativas, es decir, todos los tratamientos son iguales, por tal razón no se realiza la prueba de Duncan. Ver cuadro 18

**Cuadro 18: Análisis de varianza de número de brotes a los 60 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05\%}$	F $\alpha_{0,01}$
TRATAMIENTOS	2,42	7	0,35	1,11	ns	2,45	3,54
ERROR EXP.	7,15	23	0,31				
TOTAL	9,57	30					
CV = 24,88							

**Elaborado por:** La Autora.

El coeficiente de variación de 24,88% indica que el ensayo presenta ser relativamente homogéneo en la variable número de brotes, obteniéndose un valor promedio de 2,24 de brotes.

Cabe mencionar que, al ser las fuentes de variación tratamientos, factor B (enraizadores) y la interacción AxB no significativo, no es necesario realizar la prueba de rango múltiple, ya que los enraizadores y la interacción son estadísticamente similares.

#### 4.2.2.1 Prueba de Duncan FA (especies) de número de brotes a los 60 días

En el factor A (especies) indica una media de 2,49 para la especie porotón en cuanto la especie aliso tiene una media de 1,99 de las cuales podemos fácilmente evidenciar que la especie porotón lidera en cuanto al número de brotes. Ver cuadro 19

**Cuadro 19: Prueba de Duncan FA (especies) de número de brotes**

FACTOR A	MEDIA	RANGO
Porotón	2,49	A
Aliso	1,99	B

**Elaborado por:** La Autora.

#### 4.2.3 Promedio de número de brotes a los 60 días

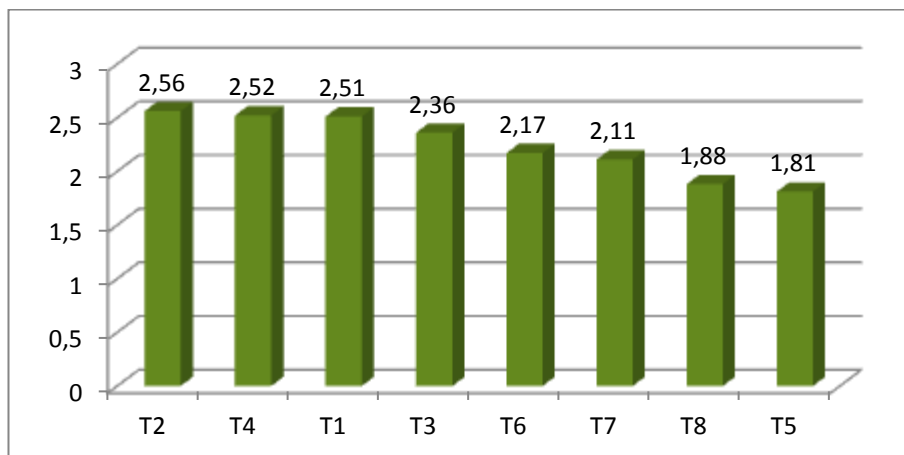
Se analizó que los tratamientos T2 (Porotón + IAA), T4 (Porotón + SE) son los que presentan mayor valor en cuanto a las medias de los tratamientos; por el

contrario el tratamiento T5 (Aliso + IAA) presentó el menor valor en las medias en cuanto al número de brotes. Ver cuadro 20

**Cuadro 20: Promedio de número de brotes a los 60 días**

TRATAMIENTO	MEDIA
T2	2,56
T4	2,52
T1	2,51
T3	2,36
T6	2,17
T7	2,11
T8	1,88
T5	1,81

Elaborado por: La Autora.



Elaborado por: La Autora.

**Gráfico No.4. Medias de número de brotes a los 60 días**

Se observa que existe una relativa homogeneidad, sobresaliendo con los mayores valores promedios de número de brotes de al tratamiento T2 (Porotón + IAA), con una media de 2,56 brotes por plántula; por lo contrario el T5 (Aliso + IAB) posee una media de 1,81 brotes por lo tanto lo ubica en el último lugar.

#### 4.2.4 Número de raíces a los 60 días

En el análisis de varianza se observa para las fuentes de variación, tratamientos, el factor A (especie), el factor B (enraizadores), se registra un valor de Fisher no significativo.

En vista que para la fuente de variación tratamientos no se registra diferencias significativas, no es necesario realizar el desglose del arreglo factorial, ya que, los factores y la interacción no van a presentar diferencias estadísticas. Se acepta la hipótesis nula al no existir diferencias significativas, es decir, todos los tratamientos son iguales, por tal razón no se realiza la prueba de Duncan. Ver cuadro 21

**Cuadro 21: Análisis de varianza de número de raíces a los 60 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha$ 0.05%	F $\alpha$ 0.01
TRATAMIENTOS	4,78	4	1,19	0,89	<i>ns</i>	4,12	7,85
ERROR EXP.	9,37	7	1,34				
TOTAL	14,15	11					
CV = 36,78							

Elaborado por: La Autora.

El coeficiente de variación de 36,78% indica que el ensayo presenta ser relativamente heterogéneo en el variable número de raíces obteniéndose un valor promedio de 3,36 raíces.

En el cuadro que a continuación se observa se registra que los tratamientos T7 (Aliso + TE), T3 (Porotón + TE) son los que presentan mayor valor en cuanto a las medias de los tratamientos; por el contrario los tratamiento T8 (Aliso + SE), T6 (Aliso + AIB) y T5 (Aliso + IAA) no presentaron raíces. Ver cuadro 2

**Cuadro 22: Promedio de número de raíces a los 60 días**

Tratamiento	Media
T7	5,00
T3	3,39
T4	3,08
T1	2,67
T2	2,67
T8	0
T6	0
T5	0

Elaborado por: La Autora.

#### 4.2.5 Longitud de raíces a los 60 días

En el análisis de varianza se analizó para las fuentes de variación tratamientos, factor A (especies), factor B (enraizadores) y la interacción AxB, no se registraron diferencias estadísticas al nivel del 95% de probabilidad estadística, por lo tanto no es necesario realizar la prueba de Duncan, ya que, los sustratos y los enraizadores son estadísticamente similares. Se acepta la hipótesis nula al no existir diferencias significativas, es decir, todos los tratamientos son iguales, por tal razón no se realiza la prueba de Duncan. Ver cuadro 23

**Cuadro 23: Análisis de Varianza de longitud de raíces a los 60 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
TRATAMIENTOS	37,92	4	9,48	0,44	<i>ns</i>	4,12	7,85
ERROR EXP.	152,32	7	21,76				
TOTAL	14,15	11					
CV = 46,36							

**Elaborado por:** La Autora.

El coeficiente de variación de 46,36% indica que el ensayo presenta ser muy heterogéneo en la variable número de raíces obteniéndose un valor promedio de 10,74 cm de longitud.

Para el promedio de longitud de raíces se registra que los tratamientos T7 (Aliso + TE), T2 (Porotón + IAA), son los que presentan mayor valor en cuanto a las medias de los tratamientos; por el contrario el tratamiento T8 (Aliso + SE), T6 (Aliso + AIB), T5 (Aliso + IAA) no presentaron raíces por lo tanto tampoco presentaran la variable de longitud de raíces. Ver cuadro 24

**Cuadro 24: Medias de longitud de raíces a los 60 días**

Tratamiento	Media (cm)
T7	14,00
T2	12,34
T3	9,61
T4	9,58
T1	8,17
T8	0
T6	0
T5	0

Elaborado por: La Autora.

### 4.3 Tercera medición

#### 4.3.1 Porcentaje de prendimiento a los 90 días

En el análisis de varianza se observa para las fuentes de variación tratamientos, factor A (especies), el factor B (enraizadores), la interacción AxB se registra un valor de Fisher altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística. Se acepta la hipótesis alterna al existir diferencias significativas entre los tratamientos, por tal razón se efectúa la prueba de Duncan. Ver cuadro 25

**Cuadro 25: Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento a los 90 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha$ 0.05%	F $\alpha$ 0.01
TRATAMIENTOS	39755,47	7	5679,35	115,39	**	2,43	3,50
<i>FACTOR A</i>	<i>30319,53</i>	<i>1</i>	<i>30319,53</i>	<i>616,02</i>	<i>**</i>	<i>4,26</i>	<i>7,82</i>
<i>FACTOR B</i>	<i>4383,59</i>	<i>3</i>	<i>1461,20</i>	<i>29,69</i>	<i>**</i>	<i>3,01</i>	<i>4,72</i>
<i>A*B</i>	<i>5052,34</i>	<i>3</i>	<i>1684,11</i>	<i>34,22</i>	<i>**</i>	<i>3,01</i>	<i>4,72</i>
ERROR EXP.	1181,25	24	49,22				
TOTAL	40936,72	31					
CV = 18,03							

Elaborado por: La Autora.

El coeficiente de variación de 18,03% indica que el ensayo presenta homogeneidad en la variable porcentaje de prendimiento, obteniéndose un valor promedio de 44,46%.

#### **4.3.1.1 Prueba de Duncan FA (especies) de porcentaje de prendimiento a los 90 días**

El factor A (especies) se registra una media de 69,69 para la especie porotón; en cuanto la especie aliso tiene una media de 8,13 las cuales podemos fácilmente evidenciar que en la especie porotón existe un mayor porcentaje de prendimiento. Ver cuadro 26

**Cuadro 26: Prueba de Duncan FA (especies) de porcentaje de prendimiento a los 90 días**

<b>FACTOR A</b>	<b>MEDIA (%)</b>	<b>RANGO</b>	
Porotón	69,69	A	
Aliso	8,13		B

**Elaborado por:** La Autora

#### **4.3.1.2 Prueba de Duncan Factor B (Enraizadores) de porcentaje de prendimiento a los 90 días**

Al realizar la prueba de Duncan al 95% se observa que en el factor B (enraizadores) se forman dos grupos donde TE (Té de estiércol vacuno) con una media de 49,38% es el que presenta un mayor prendimiento; por el contrario el SE (sin enraizador) es el que presenta el porcentaje más bajo encontrándose así en el último lugar de la tabla. Ver cuadro 27

**Cuadro 27: Prueba de Duncan Factor B (Sustratos) de porcentaje de prendimiento a los 90 días**

FACTOR B	MEDIA (%)	RANGO		
TE	49,38	A		
AIB	46,25	A	B	
IAA	40,63		B	
SE	19,38			C

Elaborado por: La Autora

#### 4.3.1.3 Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 90 días

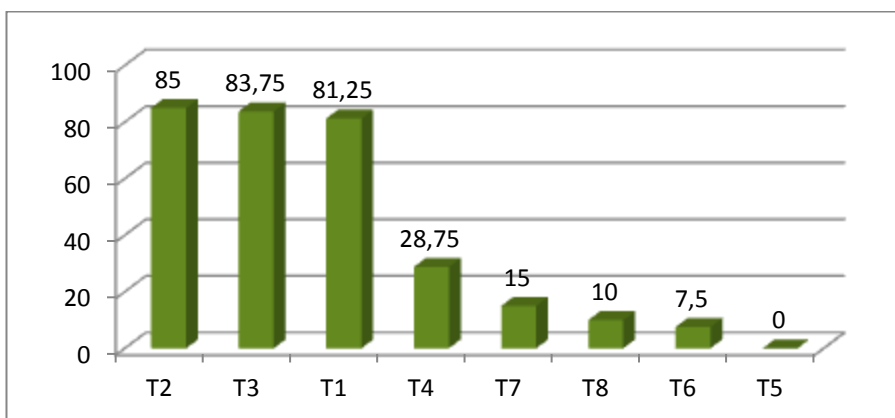
En la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron cuatro rangos; destacándose con los mayores valores promedios de porcentaje de prendimiento el tratamiento T2 (Porotón + AIB); seguido por el tratamiento T3 (Porotón + TE); por el contrario el tratamiento que presentó el menor valor promedio fue el tratamiento T5 (Aliso + IAA). Ver cuadro 28

**Cuadro 28: Prueba de Duncan por tratamientos de porcentaje de prendimiento a los 90 días**

TRATAMIENTO	FACTOR A	FACTOR B	MEDIA (%)	RANGO			
T2	Porotón	AIB	85,00	A			
T3	Porotón	TE	83,75	A			
T1	Porotón	IAA	81,25	A			
T4	Porotón	SE	28,75		B		
T7	Aliso	TE	15,00			C	
T8	Aliso	SE	10,00			C	D
T6	Aliso	AIB	7,50			C	D
T5	Aliso	IAA	0,00				D

Elaborado por: La Autora





**Elaborado por:** La Autora.

**Gráfico No.5. Medias de porcentaje de prendimiento a los 90 días.**

En el gráfico de medias que se presenta se observa que, sobresale con los mayores valores promedios de porcentaje de prendimiento el tratamiento T2 (Porotón + AIB), con una media de 85,00%; seguido por el tratamiento T3, (Porotón + TE), con una media de 83,75%.

**4.3.2 Número de brotes a los 90 días**

En el análisis de varianza se determinó para las fuentes de variación tratamientos, factor A (especies), factor B (enraizadores) y la interacción AxB, no se registraron valores significativos es decir que no existe diferencias estadísticas al nivel del 95% de probabilidad estadística.

En vista que para la fuente de variación tratamientos no se registra diferencias significativas, no es necesario realizar el desglose del arreglo factorial, ya que, los factores y la interacción no van a presentar diferencias estadísticas. Se acepta la hipótesis nula al no existir diferencias significativas, es decir, todos los tratamientos son iguales, por tal razón no se realiza la prueba de Duncan. Ver cuadro 29

**Cuadro 29: Análisis de varianza de número de brotes a los 90 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
TRATAMIENTOS	2,27	6	0,38	0,84	<i>ns</i>	2,60	3,87
ERROR EXP.	9,02	20	0,45				
TOTAL	11,29	26					
CV = 33,09							

Elaborado por: La Autora.

El coeficiente de variación de 33,09% indica que el ensayo presenta ser relativamente heterogéneo en el variable número de brotes, obteniéndose un valor promedio 2,03 números de brotes por tratamiento.

En el cuadro que a continuación se observa se registra que los tratamientos T1 (Porotón + IAA), T3 (Porotón + TE) son los que presentan mayor valor en cuanto a las medias de los tratamientos; por el contrario el tratamiento T5 (Aliso + IAA) no desarrollo brotes. Ver cuadro 30

**Cuadro 30: Promedio de número de brotes a los 90 días**

Tratamiento	Media
T1	2,39
T3	2,22
T2	2,19
T4	2,09
T6	2,00
T7	1,88
T8	1,44
T5	0

Elaborado por: La Autora.

### 4.3.3 Vigor de la planta a los 90 días

Para la variable vigor de planta en el análisis de varianza se observó para las fuentes de variación tratamientos, factor A (especies) factor B (enraizadores) y la interacción AxB, que registra un valor de Fisher altamente significativo al nivel del 95% y 99% de probabilidad estadística Se acepta la hipótesis alterna al existir diferencias significativas entre los tratamientos, por tal razón se efectúa la prueba de Duncan. Ver cuadro 31

**Cuadro 31: Análisis de Varianza de vigor de la planta a los 90 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha$ 0,05%	F $\alpha$ 0,01
TRATAMIENTOS	19,81	7	2,83	47,17	**	2,43	3,50
FACTOR A	15,60	1	15,60	259,97	**	4,26	7,82
FACTOR B	2,01	3	0,67	11,16	**	3,01	4,72
A*B	2,20	3	0,73	12,23	**	3,01	4,72
ERROR EXP.	1,44	24	0,06				
TOTAL	21,25	31					
CV = 13,28							

**Elaborado por:** La Autora.

El coeficiente de variación de 13,28% indica que el ensayo presenta ser homogéneo en el variable vigor de la planta, obteniéndose un valor promedio de 1,85.

#### 4.3.3.1 Prueba de Duncan Factor A (especies) de vigor de la planta a los 90 días

En la prueba de Duncan se observa que en el factor A (especies) se forman dos grupos donde la especie porotón con una media de 2,54 es la que presenta un mayor valor en cuanto al vigor de la planta, y la especie aliso con 1,15 tiene un porcentaje menor encontrándose así en el último lugar de la tabla. Ver cuadro 32

**Cuadro 32: Prueba de Duncan Factor A (especies) de vigor de la planta a los 90 días**

FACTOR A	MEDIA	RANGO	
Porotón	2,54	A	
Aliso	1,15		B

**Elaborado por:** la Autora

#### 4.3.3.2 Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de vigor de la planta a los 90 días

En la prueba de Duncan al 95% se observa que en el factor B (enraizadores) se forman dos grupos donde TE (Té de estiércol vacuno) se encuentra una media de 2,05 por lo tanto presenta un mayor vigor de planta; por el contrario el enraizador (IAA) es el que presente el más bajo valor, encontrándose así en el último lugar de la tabla. Ver cuadro 33

**Cuadro 33: Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de vigor de la planta a los 90 días**

FACTOR B	MEDIA	RANGO	
TE	2,05	A	
SE	2,00	A	
IAB	1,90	A	
IAA	1,42		B

Elaborado por: la Autora

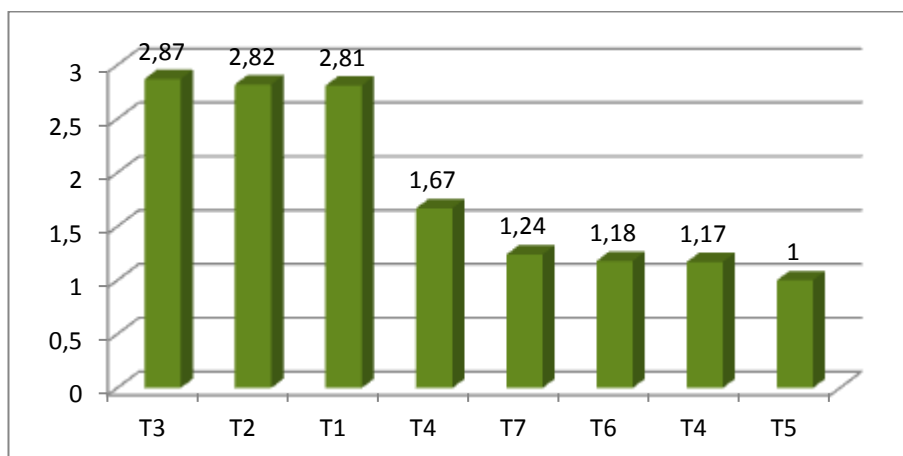
#### 4.3.3.3 Prueba de Duncan por tratamientos de vigor de la planta a los 90 días

En la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron tres rangos; sobresaliendo con los mayores valores promedios de vigor de la planta el tratamiento T3 (Porotón + TE); por el contrario el tratamiento que presento menor valor promedio fue el tratamiento T5 (Aliso + IAA). Ver cuadro 34

**Cuadro 34: Prueba de Duncan por tratamientos de vigor de la planta a los 90 días**

TRATAMIENTO	FACTOR A	FACTOR B	MEDIA	RANGO		
T3	Porotón	TE	2,87	A		
T2	Porotón	AIB	2,82	A		
T1	Porotón	IAA	2,81	A		
T4	Porotón	SE	1,67		B	
T7	Aliso	TE	1,24			C
T6	Aliso	AIB	1,18			C
T4	Aliso	SE	1,17			C
T5	Aliso	IAA	1,00			C

Elaborado por: La Autora.



**Elaborado por:** La Autora.

**Gráfico No.6. Medias de vigor de la planta a los 90 días.**

En el gráfico se observa como sobresaliente con el mayor valor promedio de vigor de la planta el tratamiento T3 (Porotón + TE), seguido del tratamiento T2 (Porotón + AIB); en cambio el tratamiento que presento tener el menor vigor fue T5 (Aliso + IAA).

En el porcentaje de vigor de la planta indica que el mayor valor de acuerdo a la clasificación se observa en el tratamiento T1 (Porotón +IAA), con un porcentaje de 34,62; seguido del tratamiento T2 (Porotón + IAB), con un porcentaje de 29,49. Ver cuadro 35

**Cuadro 35: Clasificación por porcentaje de vigor de la planta a los 90 días**

Tratamiento	FACTOR A	FACTOR B	Excelente	Buena	Regular	Mala
T1	Porotón	IAA	34,62	28,21	20,51	16,67
T2	Porotón	IAB	29,49	33,33	23,08	11,54
T3	Porotón	TE	11,54	19,23	10,26	3,85
T4	Porotón	SE	0,00	1,28	3,85	19,23
T5	Aliso	IAA	0,00	0,00	0,00	100,00
T6	Aliso	IAB	1,28	1,28	0,00	30,77
T7	Aliso	TE	2,56	1,28	11,54	76,92
T8	Aliso	SE	0,00	1,28	0,00	19,23

**Elaborado por:** la Autora.

## 4.4 Cuarta medición

### 4.4.1 Supervivencia a los 120 días

En el análisis de varianza se analizó para las fuentes de variación tratamientos, factor A (especies), factor B (enraizadores) y la interacción AxB, no se registraron valores significativos al nivel del 95% de probabilidad estadística, es decir tanto para especies como para los enraizadores presentan tener un similar comportamiento.

En vista que para la fuente de variación tratamientos no se registra diferencias. Se acepta la hipótesis nula al no existir diferencias significativas, es decir, todos los tratamientos son iguales, por tal razón no se realiza la prueba de Duncan. Ver cuadro 36

**Cuadro 36: Análisis de varianza de supervivencia a los 120 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha$ 0.05%	F $\alpha$ 0.01
TRATAMIENTOS	2156,51	6	359,42	1,18	<i>ns</i>	3,33	4,56
ERROR EXP.	5190,94	17	305,35				
TOTAL	7347,45	23					
CV =19,32							

**Elaborado por:** la Autora.

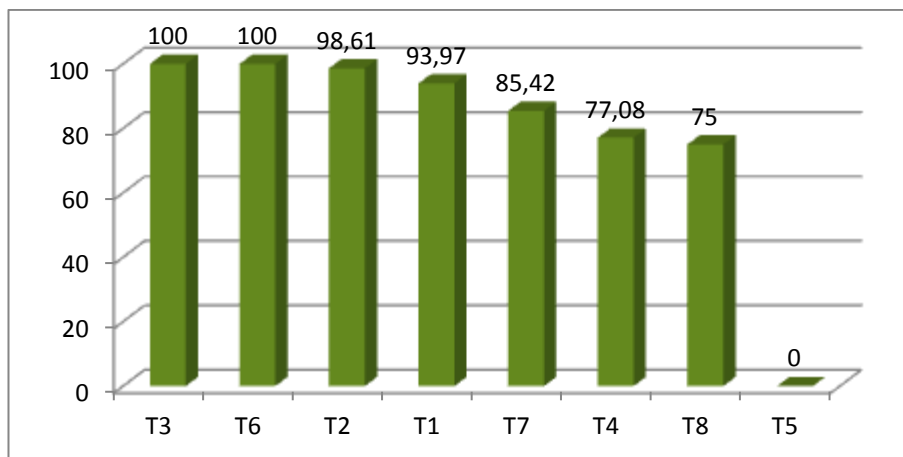
El coeficiente de variación de 19,32% indica que el ensayo presenta ser homogéneo en la variable supervivencia los 120 días, obteniéndose un valor promedio de 90,01%.

Se observa que los tratamientos T3 (Porotón + TE) y T6 (Aliso + AIB) son los que presentan mayor valor en cuanto a las medias de los tratamientos en cuanto a la variable de supervivencia; por el contrario el tratamiento T5 (Aliso + IAA) presentó un valor de 100,00% de mortalidad siendo el peor tratamiento y por consiguiente encontrándose en el último lugar de la tabla de medias. Ver cuadro 37

**Cuadro 37: Promedio de porcentaje de sobrevivencia a los 120 días**

TRATAMIENTOS	MEDIA (%)
T3	100,00
T6	100,00
T2	98,61
T1	93,97
T7	85,42
T4	77,08
T8	75,00
T5	0,00

Elaborado por: La Autora



Elaborado por: La Autora.

**Gráfico No.7. Medias de sobrevivencia a los 120 días.**

En el gráfico de medias que se presenta se observa como sobresaliente con el valor más alto en la media al tratamiento T3 (Porotón + TE) y el tratamiento T6 (Aliso + AIB) con un media de 100% de sobrevivencia.

#### 4.4.2 Número de brotes a los 120 días

En el análisis de varianza se observa para las fuentes de variación tratamientos, factor A (especies), factor B (enraizadores) y la interacción AxB, no se registraron valores significativos es decir que no existe diferencias estadísticas al nivel del 95% de probabilidad estadística.

En vista que para la fuente de variación tratamientos no se registra diferencias. Se acepta la hipótesis nula al no existir diferencias significativas, es decir, todos los tratamientos son iguales, por tal razón no se realiza la prueba de Duncan. Ver cuadro 38

**Cuadro 38: Análisis de varianza de número de brotes a los 120 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
TRATAMIENTOS	4,59	6	0,76	0,56	<i>ns</i>	2,70	4,10
ERROR EXP.	23,16	17	1,36				
TOTAL	27,75	23					
CV = 49,50							

**Elaborado por:** La Autora.

El coeficiente de variación de 49,50% indica que el ensayo presenta ser heterogéneo en la variable número de brotes a los 120 días, obteniéndose un valor promedio de 2,29 brotes.

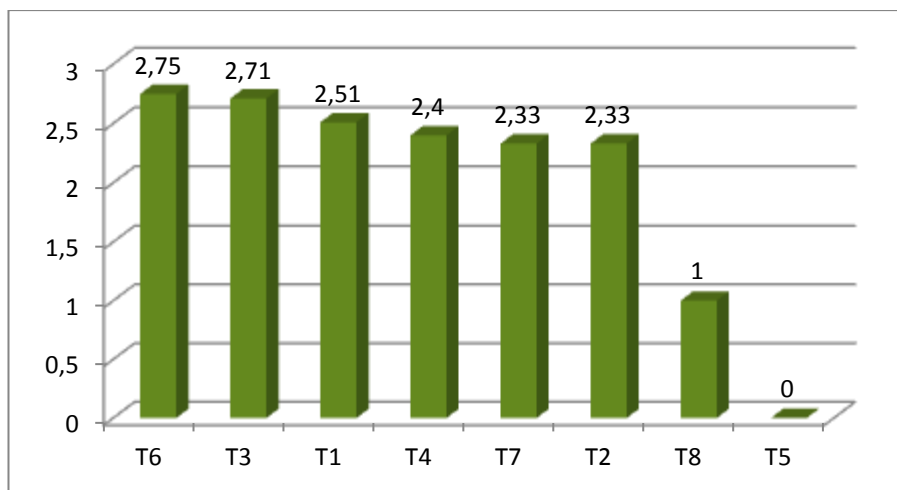
Se encontró que para los tratamientos T6 (Aliso + AIB), T3 (Porotón + TE) son los que presentan mayor valor en cuanto a las medias de los tratamientos; por el contrario el tratamiento T8 (Aliso + SE) presento el valor más bajo, y el tratamiento T5 (Aliso + IAA) no desarrollo brotes. Ver cuadro 39



**Cuadro 39: Promedio de número de brotes a los 120 días**

TRATAMIENTOS	MEDIA
T6	2,75
T3	2,71
T1	2,51
T4	2,40
T7	2,33
T2	2,33
T8	1,00
T5	0,00

Elaborado por: La Autora.



Elaborado por: La Autora.

**Gráfico No.8. Medias de número de brotes a los 120 días.**

En el gráfico de medias que precede se observa al tratamiento T6 (Aliso + AIB) que posee el mayor valor promedio en cuanto a la variable número de brotes.

#### 4.4.3 Número de raíces a los 120 días

En el análisis de varianza se registró para las fuentes de variación tratamientos, factor A (especies), factor B (enraizadores) y la interacción AxB, no se registraron valores significativos es decir que no existe diferencias estadísticas al nivel del 95% de probabilidad estadística.

Al registrar que para la fuente de variación tratamientos no se registra diferencias Se acepta la hipótesis nula al no existir diferencias significativas, es decir, todos los tratamientos son iguales, por tal razón no se realiza la prueba de Duncan. Ver cuadro 40

**Cuadro 40: Análisis de varianza de número de raíces a los 120 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha$ 0.05	F $\alpha$ 0.01
TRATAMIENTOS	25,81	4	6,45	7,67	ns	4,53	9,15
ERROR EXP.	5,04	6	0,84				
TOTAL	30,85	10					
CV = 14,81							

**Elaborado por:** La Autora.

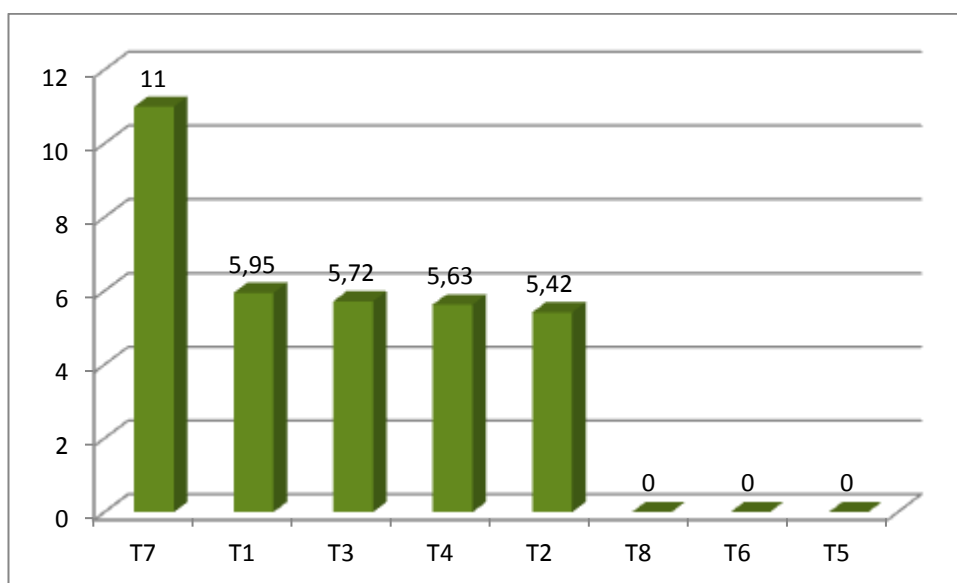
El coeficiente de variación de 14,81% indica que el ensayo presenta ser homogéneo en el variable número de raíces, obteniéndose un valor promedio de 6,74 raíces.

Se observa que los tratamientos, T7 (Aliso + TE), T1 (Porotón + IAA) son los que presentan mayor valores en cuanto a las medias de los tratamientos; por el contrario el tratamiento T8 (Aliso + SE), T6 (Aliso + AIB), T5 (Aliso + IAA) no desarrollaron raíces, cabe destacar que el único tratamiento con aliso el que se evidenció raíces fue en el T7 (Aliso + TE). Ver cuadro 41

**Cuadro 41: Promedio de número de raíces a los 120 días**

TRATAMIENTOS	MEDIA
T7	11,00
T1	5,95
T3	5,72
T4	5,63
T2	5,42
T8	0,00
T6	0,00
T5	0,00

Elaborado por: La Autora



Elaborado por: La Autora

**Gráfico No.9. Medias de número de raíces a los 120 días.**

En el gráfico de medias que se presenta se observa como sobresaliente con los mayores valores promedios de numero de raíces al tratamiento T7 (Aliso + TE).

#### 4.4.4 Longitud de raíces a los 120 días

Del análisis de varianza se estableció para las fuentes de variación tratamientos, factor A (especies), factor B (enraizadores) y la interacción AxB, no se registraron valores significativos es decir que no existe diferencias estadísticas al nivel del 95% de probabilidad estadística.

Al no registrar la fuente de variación tratamientos diferencias significativas. Se acepta la hipótesis nula al no existir diferencias significativas, es decir, todos los tratamientos son iguales, por tal razón no se realiza la prueba de Duncan. Ver cuadro 42

**Cuadro 42: Análisis de varianza de longitud de raíces a los 120 días**

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
TRATAMIENTOS	14,12	4	3,53	0,30	Ns	4,53	9,15
ERROR EXP.	71,32	6	11,89				
TOTAL	85,45	10					
CV = 24,75							

**Elaborado por:** La Autora.

El coeficiente de variación de 24,75% indica que el ensayo presenta ser relativamente homogéneo en la variable longitud de raíces a los 120 días, obteniéndose un valor promedio de 11,22cm.

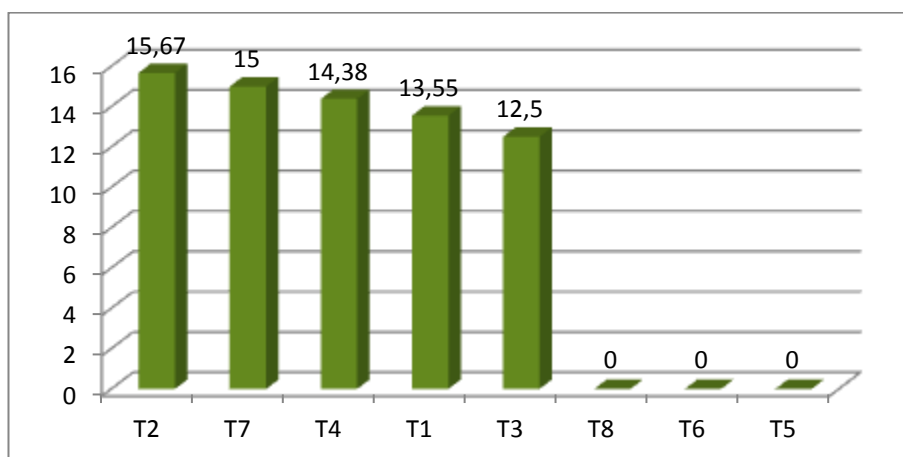
#### **Promedio de longitud de raíces a los 120 días**

En el siguiente cuadro se registra que los tratamientos T2 (Porotón + IAA), T7 (Aliso + TE) son los que presentan mayor valor en cuanto a las medias de los tratamientos; los tratamientos T8 (Aliso + SE), T6 (Aliso + AIB) y T5 (Aliso + IAA) al no presentar raíces evidentemente no presentaran la variable longitud de raíces. Ver cuadro 43

**Cuadro 43: Promedio de longitud de raíces a los 120 días**

TRATAMIENTO	MEDIA (cm)
T2	15,67
T7	15,00
T4	14,38
T1	13,55
T3	12,50
T8	0,00
T6	0,00
T5	0,00

Elaborado por: La Autora.



Elaborado por: La Autora.

**Gráfico No.10. Medias de longitud de raíces a los 120 días.**

En el gráfico de medias que se presenta se observa como sobresaliente con los mayores valores promedios de longitud de raíces a los tratamiento T7 (Aliso + TE), T2 (Porotón + AIB).

#### 4.4.5 Vigor de la planta a los 120 días

Para esta variable se registra en el análisis de varianza, las fuentes de variación tratamientos, factor A (especies), factor B (enraizadores) y la interacción AxB, que registraron valores altamente significativos de probabilidad estadística al nivel del 95% de probabilidad estadística. Se acepta la hipótesis

alterna al existir diferencias significativas entre los tratamientos, por tal razón se efectúa la prueba de Duncan. Ver cuadro 44

**Cuadro 44: Análisis de varianza de Vigor de la planta a los 120 días**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>		<b>F<math>\alpha</math> 0.05</b>	<b>F<math>\alpha</math>0.01</b>
TRATAMIENTOS	21,63	7	3,09	48,47	**	2,43	3,50
<i>FACTOR A</i>	<i>17,07</i>	<i>1</i>	<i>17,07</i>	<i>267,68</i>	<i>**</i>	<i>4,26</i>	<i>7,82</i>
<i>FACTOR B</i>	<i>2,55</i>	<i>3</i>	<i>0,85</i>	<i>13,34</i>	<i>**</i>	<i>3,01</i>	<i>4,72</i>
<i>A*B</i>	<i>2,02</i>	<i>3</i>	<i>0,67</i>	<i>10,54</i>	<i>**</i>	<i>3,01</i>	<i>4,72</i>
ERROR EXP.	1,53	24	0,06				
TOTAL	23,17	31					
CV = 13,93							

**Elaborado por:** La Autora.

El coeficiente de variación de 13,93% indica que el ensayo presenta ser homogéneo en el variable vigor de la planta, obteniéndose un valor promedio de 1,81 de vigor de planta.

#### 4.4.5.1 Prueba de Duncan Factor A (especies) de Vigor de la planta a los 120 días

Al realizar la prueba de rango para el factor A (especies) se forman dos grupos donde la especie porotón con una media de 2,54 es la que presenta un mayor valor en cuanto al vigor de la planta, y la especie aliso con 1,08 tiene un valor menor encontrándose así en el último lugar de la tabla. Ver cuadro 45

**Cuadro 45: Prueba de Duncan Factor A (especies) de Vigor de la planta a los 120 días**

<b>FACTOR A</b>	<b>MEDIA</b>	<b>RANGO</b>
Porotón	2,54	A
Aliso	1,08	B

**Elaborado por:** la Autora

#### 4.4.5.2 Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de Vigor de la planta a los 120 días

Se observa que en la prueba de rango del factor B (enraizadores) se forman dos rangos; donde sobresale el TE (té de estiércol vacuno) con una media de 2,10 y en cuanto al porcentaje más bajo encontramos al testigo SE (sin enraizador) con una media de 1,35. Ver cuadro 46

**Cuadro 46: Prueba de Duncan Factor B (enraizadores) de Vigor de la planta a los 120 días**

FACTOR B	MEDIA	RANGO
TE	2,10	A
IAB	1,95	A
IAA	1,85	A
SE	1,35	B

Elaborado por: la Autora

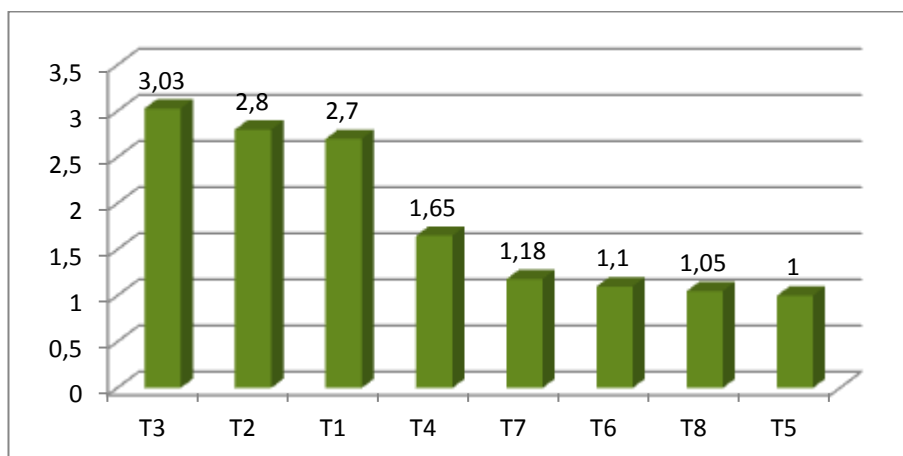
#### 4.4.5.3 Prueba de Duncan por tratamientos de Vigor de la planta a los 120 días

En la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron tres rangos; sobresaliendo con los mayores valores promedios de vigor de la planta el tratamiento T3 (Porotón + TE); por el contrario el tratamiento que presento menor valor promedio fue el tratamiento T5 (Aliso + IAA). Ver cuadro 47

**Cuadro 47: Prueba de Duncan por tratamientos de Vigor de la planta a los 120 días**

TRATAMIENTO	FACTOR A	FACTOR B	MEDIA	RANGO
T3	Porotón	TE	3,03	A
T2	Porotón	AIB	2,80	A
T1	Porotón	IAA	2,70	A
T4	Porotón	SE	1,65	B
T7	Aliso	TE	1,18	C
T6	Aliso	AIB	1,10	C
T8	Aliso	SE	1,05	C
T5	Aliso	IAA	1,00	C

Elaborado por: La Autora.



**Elaborado por:** La Autora.

#### **Gráfico No.11. Medias de vigor de la planta**

En el gráfico de medias que se presenta se observa como sobresaliente con los mayores valores promedios de porcentaje de vigor de la planta prendimiento el tratamiento T3 (Porotón + TE).

#### **4.4.6 Clasificación de vigor de la planta en porcentaje**

En el porcentaje de vigor de la planta indica que el mayor valor de acuerdo a la clasificación se observa en el tratamiento T3 (Porotón + TE), con un porcentaje de 40,51; seguido del tratamiento T1 (Porotón + IAA), con un porcentaje de 32,91. Ver cuadro 48

#### **Cuadro 48: Clasificación por porcentaje de Vigor de la planta a los 120 días**

Tratamiento	FACTOR A	FACTOR B	Excelente	Buena	Regular	Mala
T1	Porotón	IAA	32,91	27,85	15,19	24,05
T2	Porotón	IAB	27,85	37,97	20,25	13,93
T3	Porotón	TE	40,51	32,91	12,66	13,92
T4	Porotón	SE	11,39	10,13	2,53	75,95
T5	Aliso	IAA	0,00	0,00	0,00	100,00
T6	Aliso	IAB	2,53	0,00	2,53	94,94
T7	Aliso	TE	2,53	1,27	8,86	87,34
T8	Aliso	SE	0,00	0,00	5,06	94,94

**Elaborado por:** La Autora.



#### 4.4.7 Costo de producción por plántula

Para determinar los costos de producción de plántulas de aliso (*Alnus acuminata*) y porotón (*Erythrina edulis*), de acuerdo a esta investigación, se consideraron los siguientes costos: mano de obra, materiales de sustrato, materiales para el invernadero, fundas, insumos agrícolas, material vegetativo (estacas), transporte. Ver cuadro 49

**Cuadro 49: Costos de producción**

Especie	Costo total	Número de plántula	Costo por plántula
Aliso	400,38	19	21,07
Porotón	400,38	222	1,80

**Elaborado por:** La Autora

Después de realizar el análisis de los rubros que se describen en la tabla de costo de producción, se determinó que el costo total para la especie aliso fue de 400,38 dólares que dividido para el total de plántulas que sobrevivieron al final de ensayo que son 19, el valor por plántulas es de 21,07 dólares. En cuanto a la especie porotón el costo de producción fue de 400,38 dólares que dividido para el total de plántulas que sobrevivieron al final del ensayo fue 222, el valor por plántula es de 1,80 dólares. El costo total promedio por plántulas es de 3,32 dólares, ya que, el costo total de ensayo fue de 800,75 que dividido para 241 plántulas que son la totalidad de plántulas producidas en todo el estudio. Ver cuadro 50

**Cuadro 50: Costos de producción por tratamiento**

TRATAMIENTO	COSTO/PLANTÜLAS (USD)
T1 (Porotón + IAA)	1,65
T2 (Porotón + IAB)	1,52
T3 (Porotón + TE)	1,38
T4 (Porotón + SE)	4,46
T5 (Aliso + IAA)	100,53*
T6 (Aliso + IAB)	17,17
T7 (Aliso + TE)	9,83
T8 (Aliso + SE)	32,68

\* Sin producción

**Elaborado por:** La Autora.

## **4.5 Discusión**

### **4.5.1 Prendimiento**

En la presente investigación se encuentra un valor promedio de 69,69 % en cuanto a la especie porotón a los 30 días del establecimiento del ensayo, encontrado el mayor porcentaje de prendimiento en los tratamientos: T2 (Porotón + AIB), con una media de 85,00%; seguido por el tratamiento T3, (Porotón + TE), con una media de 83,75%. Por el contrario en la especie aliso se encontró un valor promedio de 10,83 % de prendimiento a los 30 días del establecimiento del ensayo; cabe recalcar que este resultado es bajo, ya que, el tratamiento T5 (Aliso + IAA) obtuvo el 100% de mortalidad lo que ocasionó un resultado bajo, esto posiblemente fue a consecuencia del sustrato, que al parecer no fue el ideal para la propagación de esta especie.

García (2008) obtiene para la especie porotón un valor promedio de 27,00% de prendimiento a los 180 días del establecimiento del ensayo, siendo este valor inferior a los resultados obtenidos en la presente investigación.

Portilla (2012) obtuvo para la especie aliso un valor promedio de 36,50% de prendimiento a los 50 días de haber instalado el ensayo, al igual que la presente investigación este establecimiento también se lo realizó en funda, por consiguiente este valor es mayor al de la presente investigación, tal vez fue porque el sustrato elegido para la propagación era el adecuado, o las estacas se encontraban en mejores condiciones que las de la presente investigación.

Sánchez y Valverde (2006) registro para la especie aliso un valor promedio de 54,00% de prendimiento a los 120 días del establecimiento del ensayo, por lo que se determina que posee un valor superior al de la presente investigación, encontrándose el mayor valor en el tratamiento T12:A4B3 (Combinado con Rootmost) un valor de 89,67% de prendimiento. Ver cuadro 51.

**Cuadro 51: Promedio de prendimiento en las distintas investigaciones**

<b>Especie</b>	<b>Prendimiento promedio (%)</b>	<b>Edad (días)</b>
Aliso (Cuzco)	10,83 %*	90
Porotón (Cuzco)	69,69 %**	90
Aliso (Portilla 2012)	36,50 %	50
Aliso (Sánchez y Valverde, 2006)	54,00%	120
Porotón (García 2008)	27,00 %	180

**Fuente:** García 2008, Portilla 2012, Sánchez y Valverde, 2006      **Elaborado por:** La Autor

#### **4.5.2 Sobrevivencia**

En la presente investigación se observó a los 120 días después del establecimiento del ensayo, un porcentaje promedio de 92,42 % de sobrevivencia en la especie porotón. El tratamiento que presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia fue el T3 (Porotón + TE) con una sobrevivencia absoluta, cabe destacar que es el tratamiento donde se emplea el menor factor económico. En el caso de la especie aliso se obtuvo como porcentaje promedio un valor de 86,81% de sobrevivencia a los 120 días del establecimiento de ensayo, donde el tratamiento que mayor porcentaje obtuvo fue el T6 (Aliso + AIB) con un media de 100,00% de sobrevivencia.

García (2008) obtuvo un porcentaje promedio de sobrevivencia de 80,16 % a los 210 días del establecimiento del ensayo lo que determina que fue un valor inferior al de la presente investigación; cabe recalcar que en la investigación se aplicó tres procedencias, tres diámetros de estacas, con y sin hormonas (químicos) a diferencia de la presente investigación donde se trabajó con enraizadores (químicos y orgánicos) obteniendo el mejor resultado en el tratamiento T3 (Porotón + TE).

Sánchez y Valverde (2006) obtuvo un valor promedio de porcentaje de sobrevivencia 73,64% a los 150 días del establecimiento del ensayo se registra que este valor es inferior al de la presente investigación, para la propagación de los diferentes tratamientos se utilizó tres enraizadores (químicos) a diferencia de la presente investigación se utilizó enraizadores (químicos y orgánicos) donde el tratamiento que presentó mayor porcentaje de prendimiento fue el T6 (Aliso + AIB); cabe recalcar que este tratamiento fue realizado con un enraizador químico. Ver cuadro 52

**Cuadro 52: Promedio de sobrevivencia en las distintas investigaciones**

<b>Especie</b>	<b>Sobrevivencia promedio (%)</b>	<b>Edad (días)</b>
Aliso (Cuzco)	86,81 %	120
Porotón (Cuzco)	92,42 %	120
Aliso (Sánchez y Valverde, 2006)	73,64%	150
Porotón (García 2008)	80,16 %	210

**Fuente:** García 2008, Sánchez y Valverde, 2006      **Elaborado por:** La Autora

#### **4.5.3 Número de brotes**

En la presente investigación se registró en cuanto al número de brotes a los 120 días del establecimiento del ensayo, se obtuvo un valor promedio de 2,49 brotes para la especie porotón, donde se encontró que el tratamiento T3 (Porotón + TE) tiene una media de 2,71 brotes por plántula. En cuanto a la especie aliso se obtuvo como promedio un valor de 2,02 brotes por plántula a los 120 días del establecimiento de ensayo, donde el tratamiento que mayor número de brotes presentó fue el T6 (Aliso + AIB) con un media de 2,75 brotes por plántula a diferencia que el tratamiento T5 (Aliso + IAA) que fue el único que presentó 100% de mortalidad por tal motivo no presentó valor en la variable número de brotes.

Portilla (2012) en el ensayo de investigación de aliso aplicando dos sustratos diferentes, luego de analizar los resultados se encontró para la variable número de brotes obtuvo un promedio de 2,40 brotes por plántula el cual registra ser un valor superior al de la presente investigación; cabe recalcar que en los dos ensayos se utilizó tipos de sustratos diferentes lo que pudo ocasionar un beneficio en la propagación de la especie.

Sánchez y Valverde (2006) obtuvo un valor promedio de 1,84 de número de brotes a los 150 días del establecimiento del ensayo, este valor resulta ser inferior al de la presente investigación especie. Ver cuadro 53

**Cuadro 53: Promedio de número de brotes en las distintas investigaciones**

<b>Especie</b>	<b>Número de brotes promedio</b>	<b>Edad (días)</b>
Aliso (Cuzco)	2,02	120
Porotón (Cuzco)	2,49	120
Aliso (Portilla 2012)	2,40	50
Aliso (Sánchez y Valverde, 2006)	1,84	90

**Fuente:** Portilla 2012, Sánchez y Valverde, 2006

**Elaborado por:** La Autora

#### **4.5.4 Número de raíces**

En la presente investigación se registró un valor promedio de 5,68 números de raíces a los 120 días del establecimiento del ensayo para la especie porotón, en cuanto al mejor tratamiento se encontró el T1 (Porotón + IAA) con una media de número de brotes de 5,95 y el tratamiento con el valor más bajo fue el T2 (Porotón + AIB) con una media de 5,42 números de brotes por plántula. La especie aliso presento en el ensayo un valor promedio de 11,00 números de raíces por plántula, donde el tratamiento T7 (Aliso + TE) fue el único tratamiento en la especie aliso que

al final de la investigación presento raíces. Cabe señalar que los tratamientos T8 (Aliso + SE), T6 (Aliso + AIB), T5 (Aliso + IAA) no desarrollaron raíces.

García (2008) en un ensayo de propagación de porotón aplicando tres procedencias, tres diámetros de estacas, con y sin hormonas obtuvo un valor promedio de 12 raíces el cual presenta ser un valor superior a la presente investigación; cabe señalar que para la obtención de este resultado se tomó la variable después de 270 días del establecimiento del ensayo por tal virtud es mayor el valor, ya que, en la presente investigación se tomó los datos para esta variable a los 120 días. Ver cuadro 54

**Cuadro 54: Promedio de número de raíces en las distintas investigaciones**

<b>Especie</b>	<b>Número de raíces promedio</b>	<b>Edad (días)</b>
Aliso (Cuzco)	11,00	120
Porotón (Cuzco)	5,68	120
Porotón (García 2008)	12,00	270

**Fuente:** García 2008

**Elaborado por:** La Autora

#### **4.5.5 Longitud de raíces**

En la presente investigación se registró a los 120 días del establecimiento del ensayo, un valor promedio de 14,03cm de longitud de raíces para la especie porotón, donde se observó que el mejor tratamiento para esta especie fue el tratamiento T2 (Porotón + IAA) una media de 15,67cm de longitud de raíces. En cuanto a la especie aliso se registró un valor promedio de 15,00cm de longitud de raíces a los 120 días del establecimiento del ensayo, donde el mejor tratamiento fue el T7 (Aliso + TE) con una media de 15,00cm; cabe indicar que es el único tratamiento con la especie aliso que presento raíces y por ende la variable de longitud; por el contrario se registró que los tratamientos T8 (Aliso

+ SE), T6 (Aliso + AIB) y T5 (Aliso + IAA) no presentaron valores en esta variable.

Portilla (2012) en el ensayo de investigación de aliso aplicando dos sustratos diferentes, luego de analizar los resultados se encontró para la variable longitud de raíces obtuvo un promedio de 4,23cm a los 50 días de instalado el ensayo, en el cual se registra que el valor es inferior a la presente investigación.

Sánchez y Valverde (2006) señala que en la investigación se obtuvo un valor promedio de 5,35cm de longitud de raíces a los 150 días del establecimiento del ensayo; cabe recalcar que este valor es inferior al de la presente investigación. Ver cuadro 55

**Cuadro 55: Promedio de longitud de raíces en las distintas investigaciones**

<b>Especie</b>	<b>Longitud de raíces promedio (cm)</b>	<b>Edad (días)</b>
Aliso (Cuzco)	15	120
Porotón (Cuzco)	14,03	120
Aliso (Portilla 2012)	4,23	50
Aliso (Sánchez y Valverde, 2006)	5,35	150

**Fuente:** Portilla 2012, Sánchez y Valverde, 2006

**Elaborado por:** La Autora

#### **4.5.6 Vigor de la planta**

En la presente investigación se registró a los 120 días del establecimiento del ensayo, un porcentaje promedio de 28,17% de plántulas de porotón clasificadas como excelentes de acuerdo a la tabla de clasificación antes mencionada; resultando para esta especie ser el mejor tratamiento T3 (Porotón + TE) con un 40,51% de plántulas calificadas como excelentes y al tratamiento T4 (Porotón + SE) con un valor de 11,39% se lo encuentra como el peor.

Este resultado se fue influenciado en base a la calidad de planta que se empleó para obtener el material vegetativo para la investigación. Ver cuadro 56

**Cuadro 56: Porcentaje de vigor de planta**

Tratamiento	FACTOR A	FACTOR B	Excelente	Buena	Regular	Mala
T1	Porotón	IAA	32,91	27,85	15,19	24,05
T2	Porotón	IAB	27,85	37,97	20,25	13,93
T3	Porotón	TE	40,51	32,91	12,66	13,92
T4	Porotón	SE	11,39	10,13	2,53	75,95
T5	Aliso	IAA	0,00	0,00	0,00	100,00
T6	Aliso	IAB	2,53	0,00	2,53	94,94
T7	Aliso	TE	2,53	1,27	8,86	87,34
T8	Aliso	SE	0,00	0,00	5,06	94,94

**Elaborado por:** La Autora

#### 4.5.7 Costos

Para determinar los costos de producción de plántulas de aliso (*Alnus acuminata*) y porotón (*Erythrina edulis*), de acuerdo a esta investigación, se consideraron algunos costos ya antes mencionados donde se obtuvo como costo final un valor de \$ 800,75 dólares.

Después de realizar el análisis de los rubros que se describen en la tabla de costo de producción, se determinó que el costo total para la propagación de la especie porotón fue de \$ 400,38 dólares y de la misma manera fue para la especie aliso \$ 400,38 dólares.



El costo por plántulas para el mejor tratamiento de la especie porotón T3 (Porotón + TE) fue de \$ 1,38; cabe señalar que fue el mejor tratamiento en cuanto a la toma de variables y de la misma manera resulta ser el más conveniente de acuerdo al costo.

Para la especie aliso se registró que para el mejor tratamiento T2 (Porotón + IAB) se encontró un valor de \$ 1,52 dólares, en el caso de la especie aliso el costo fue alto debido a que no se existió mayor producción y en el caso del T5 (Aliso + IAA) se encontró una mortalidad total. Ver cuadro 57

**Cuadro 57: Costo por tratamiento**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>COSTO/PLANTÙLA (USD)</b>	<b>COSTO/PLANTÙLA aire libre (USD)</b>
T1 (Porotón + IAA)	1,65	0,65
T2 (Porotón + IAB)	1,52	0,58
T3 (Porotón + TE)	1,38	0,51
T4 (Porotón + SE)	4,46	1,79
T5 (Aliso + IAA)	100,53*	39,44*
T6 (Aliso + IAB)	17,17	6,57
T7 (Aliso + TE)	9,83	3,94
T8 (Aliso + SE)	32,68	13,15

\* Sin producción

**Elaborado por:** La Autora

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se concluye que:

- El porotón obtuvo un promedio de 2,49 brotes por plántula, siendo el mejor tratamiento el T3 (Porotón + TE) con un promedio de 2,71 brotes por plántula; a su vez el aliso registró un promedio de 2,02 brotes por plántula, donde el tratamiento T6 (Aliso + AIB) con un promedio de 2,75 brotes fue el mejor.
- En lo que se refiere al número de raíces el porotón registró un valor promedio de 5,68 raíces por plántula siendo el mejor tratamiento T1 (Porotón + IAA) con una media de 5,95 raíces; mientras que el aliso presentó un valor promedio de 11,00 raíces, donde el tratamiento T7 (Aliso + TE) fue el mejor con una media de 11,00 raíces.
- Para la variable longitud de raíces se encontró que el porotón obtuvo un valor promedio de 14,03cm; se observó que el mejor tratamiento fue el T2 (Porotón + IAA) con una media de 15,67cm; a su vez el aliso obtuvo un promedio de 15,00cm, cabe indicar que el único tratamiento que presentó esta variable fue el T7 (Aliso + TE).
- El tratamiento que presentó menor costo variable fue T3 (Porotón + TE), con una producción de 78 plántulas, es decir, el 100% de sobrevivencia, con un valor por plántula de \$ 1,38 dólares

## 5.2 Recomendaciones

- Los viveristas y propagadores de plantas de porotón deben considerar al té de estiércol vacuno como medio de enraizador orgánico, ya que, presenta tener alto porcentaje de prendimiento y sobrevivencia, así como también en lo que respecta al número de la raíces y longitud de raíces.
- Los viveristas y productores de plantas de porotón deben tener en cuenta para su propagación, al tratamiento T3 (Porotón + TE), ya que, por su bajo costo y alto porcentaje de prendimiento es el más aconsejable.
- La Universidad Técnica del Norte, a través de la Carrera de Ingeniería Forestal debe incentivar a la investigación sobre diferentes dosis y aplicaciones de té de estiércol vacuno y de otras fuentes de origen, considerando la edad de los animales y el tipo de alimentación.
- La Universidad Técnica del Norte, a través de la Carrera de Ingeniería Forestal debe considerar que se realice investigaciones similares, propagando las especies, considerando diferentes orígenes del material vegetativo, dimensiones y procedencias.

## CAPITULO VI

### 6 BIBLIOGRAFÍA

- Acero, D. (2000). *Guía para el cultivo y aprovechamiento del Chachafruto o Balú: Erythrina edulis Triana ex Micheli*. Editorial Santa Fe de Bogotá : Convenio Andrés Bello
- Acero, D.; Enrique, L. (1990). *El Chachafruto o balú, superalimento para el ser humano o forrajera para el ganado*. Federación Nacional de cafeteros de Colombia. Bogotá.
- Acero, L.; Yesid, H.; Rodríguez, L. (2000). *Muestra Agroindustrial de especies promisorias-BIOCA*. Convenio Andrés Bello. Bogotá, Colombia.
- Agricultural-chemicals. (2013). *Iba-98-tc*  
<http://spanish.alibaba.com/product-gs/agricultural-chemicals-iba-98-tc-1083328418.html>. Recuperado 7 de Diciembre del 2013.
- Agencia Española de Cooperación Internacional - Caritas Española (2000) *Manual de viveros forestales*. Perú: Caritas Huacho
- Aguirre, C.; Vizcaíno, M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Editorial universitaria-Ibarra.
- Aguirre Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización*. Proyecto manejo forestal sostenible ante el cambio climático. MAE/FAO-Finlandia. Quito, Ecuador

- Andújar, F.; Moya, J. (2009). *La pimienta: su cultivo y perspectivas en la República Dominicana*. Santo Domingo, DO, JICA.
- Añazco, M. (1996). *El Aliso*. Proyecto DFC.FAO, INEFAN, Gobierno de los Países Bajos. 12 p.
- Barahona (2012). *Propagación vegetativa de claveles (Dianthus caryophyllus) mediante el uso de hormonas en el Cantón Latacunga*. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal De Quevedo.
- Barceló, W. (2010). *Producción de plantas en vivero*. [www.fediap.com.ar/administracion/pdfs/M%C3%B3duloProducci%C3%B3ndePlantasenViveroSantaLuc%C3%ADaBsAs.pdf](http://www.fediap.com.ar/administracion/pdfs/M%C3%B3duloProducci%C3%B3ndePlantasenViveroSantaLuc%C3%ADaBsAs.pdf). Recuperado 22 de Julio del 2013.
- Casa Original. (2012). *Como hacer un micro invernadero*. <http://casaoriginal.com/jardin/como-hacer-invernadero-casero/> Recuperado 3 de Noviembre del 2013
- Carlson, P.J. Añazco, M. 1990. *Establecimiento y manejo de Prácticas agroforestales en la sierra ecuatoriana*. Proyecto DINAC-AID “Apoyo del sector forestal” Quito- Ecuador. Red Agro-forestal Ecuatoriana 187 p.
- Chengdu Newsun Crop Science (2013). *Plant hormone Indole 3 Acetic Acid*: [http://www.alibaba.com/productgs/515908897/Plant\\_hormone\\_Indole\\_3\\_Acetic\\_Acid.htm](http://www.alibaba.com/productgs/515908897/Plant_hormone_Indole_3_Acetic_Acid.htm) Recuperado 7 de Diciembre del 2013
- Faxsa. (2011) *RAIZONE\*- PLUS* <http://www.faxsa.com.mx/Raizone/RaizonMT/Intro.html>. Recuperado 14 de Diciembre del 2013.

- Hernández (2006). *Propagación vegetativa de Podocarpus reichei Buchh. por medio de estacas, bajo condiciones de invernadero en Chapingo, Méx.* Tesis de grado. Universidad Autónoma Chapingo.
- Hofstede, R.; Lips, J.; Jongsma, W. (1998) *Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra alta del Ecuador.* Editorial Abya- Yala.
- Holdridge (1992) *Ecología basada en zonas de vida.* Traducido del inglés por Humberto Giménez. San José, Costa Rica IICA.
- Huanca (2010). *Métodos de reproducción asexual de plantas y su aplicación.* Editorial Universidad Nacional del Altiplano.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador (2012), *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental.* Quito
- Mejía, M.; Jaramillo, A; Barrera, N. (1996). *Desarrollo de la semilla de Chachafruto Erythrina edulis, durante el primer mes de la siembra. En: Chachafruto, cultivo y aprovechamiento.* Atípicos. Editores Santafé de Bogotá. Colombia.
- Mostacedo et al (2003). *Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia.* Editorial Santa Cruz de la Sierra.
- Palacios, W. (2011). *Árboles del Ecuador.* Primera Edición Quito-Ecuador. Ministerio del Ambiente.
- Peralta, I.; Velasco, A. (1985). *Aprovechamiento del género Erythrina L. en la alimentación humana.* Congreso nacional de botánica. Iquitos – Perú.
- Perez, R. (2006) *Curso de Dendrología.* <http://www.mailxmail.com/curso-dendrologia>. Recuperado 10 de Diciembre del 2013

- REYNEL, C. y LEON, J. 1990. *Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos*. Tomo II. Proyecto FAO / Holanda / DGFF. Lima – Perú.
- Serrada, R. (2000). *Apunte de Repoblaciones Forestales*. FUCOVASA-Madrid.
- Solórzano, C. (2005). *Manual básico para viveristas del bosque seco*. <http://es.scribd.com/doc/54647653/Manual-Viveros-Bs>. Recuperado 30 de Noviembre del 2013.
- Sosa, O. (2005). *Los estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas en Revista Agromensajes de la Facultad, Universidad Nacional de Rosario*. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/16/7AM16.htm> Recuperado 29 de Noviembre del 2013.
- Sztern, D. y Pravia, M. (1999). *Manual para la elaboración de compost.bases conceptuales y procedimientos*, <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>. Recuperado 30 de diciembre del 2012
- Telésforo (1993). *Manual Forestal Escolar*. Ministerio de educación del Perú- Lima.
- Vivanco, J (2008). *Evaluación de la eficacia del Bioplus, Hormonagro y Enraizador Universal en la propagación asexual de Hypericum (Hypericum Sp)*. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Ulloa, C.; Moller P. (1995). *Árboles y arbustos de Los Andes del Ecuador*. Abya-Yala. Quito.
- Universidad Earth (2001). *Propagación Vegetativa y Selección De Plantas Madres-Costa Rica*. Editorial Universidad Earth.

- Varela (2007). *Producción forestal*. Editorial PUCE-SI ,ESPOCH
- Vásquez, C.; Orozco, A.; Rojas, M.; Sánchez, M.; Cervantes, V. (2004). *La Reproducción de las plantas: Semillas y Meristemas*. Editorial Fondo De Cultura Económica.
- World Agroforestry Centre. (2012). *Domesticación de árboles Agroforestales*. World Agroforestry Centre. Perú.



## CAPITULO VII

### 7 ANEXOS

#### Anexo A: Cuadros

##### Cuadro A1: Hoja de campo para la toma de mediciones

HOJA DE CAMPO PARA LA MEDICIÓN A LOS 30 ,60, 90 Y 120 DIAS																						
NUMERO DE PLANTAS																						
VARIABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TRATAMIENTO	
Prendimiento																						
No de brotes																						
No de raíces																						
Log. De raíces																						
Vigor de planta																						
Sobrevivencia																						

**Elaborado por:** La Autora.

##### Cuadro A2: Análisis del té de estiércol vacuno

Nutriente	Valor	Unidad
N	91,30	mg/l
P	46,00	mg/l
K	74,00	mg/l
Ca	32,20	mg/l
Mg	97,00	mg/l
pH	7,07	----

**Elaborado por:** La Autora

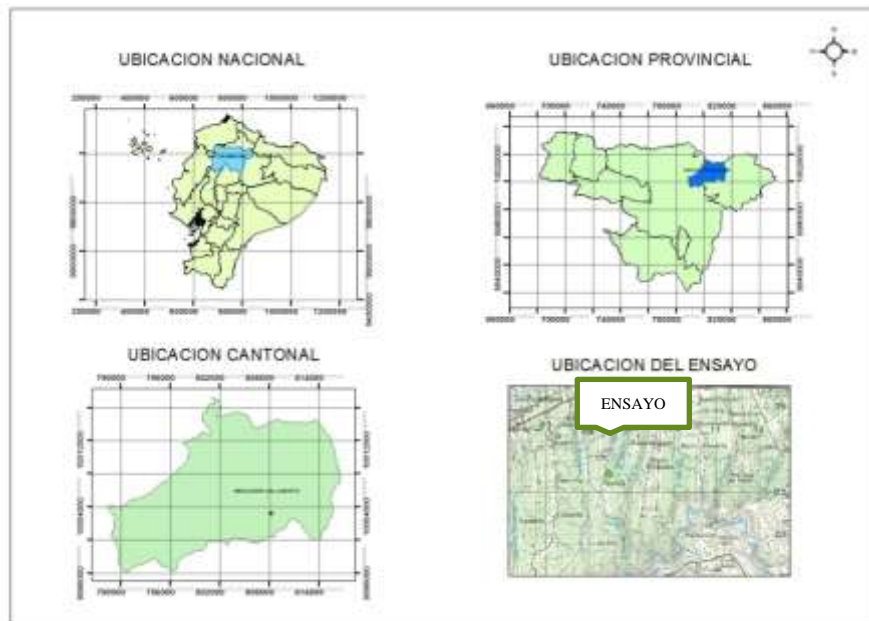
**Cuadro A3: Costos de producción**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DÓLARES
<b>SUSTRATO</b>				
Tierra de páramo	m <sup>3</sup>	0,132	16,00	2,11
Arena de río	m <sup>3</sup>	0,264	11,00	2,91
Tierra de vivero	m <sup>3</sup>	0,264	8,00	2,11
Humus	m <sup>3</sup>	0,132	25,00	3,30
<b>SUBTOTAL</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>0,792</b>		<b>10,43</b>
<b>TRANSPORTE DE SUSTRATO</b>				
Transporte	carrera	5	6,00	30,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>30,00</b>
<b>MATERIAL VEGETATIVO</b>				
estacas (con transporte)	unidades	640	0,10	64,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>64,00</b>
<b>INSUMOS AGRÍCOLAS Y MATERIALES</b>				
IAA 98%	20 g	1	2,50	5,00
IAB 98%	20 g	1	5,00	10,00
TE	4 lt	1	0,13	0,52
Alcohol 50% concentración	0.20 lt	1	1,00	1,00
Pingos	2,00 m	6	2,00	12,00
Costanera	26 m	10	2	52
Costanera pequeña	36 m	1	1	36
Tiras de eucalipto	72 m	1	0,16	11,40
Tablas de eucalipto	7,5 m	3	4,80	14,40
Tablas de monte	7,5 m	3	4,60	13,80
Bisagras		3	0,60	1,80
Clavos	2 kg	2 pul	0,80	1,60
Clavos	5 kg	2,5 pul	0,85	4,25
Plástico transparente	M	36	8,00	288,00
Sarán	M	40	1,25	50,00
Fundas	paq x 100	7	0,65	4,55
Bomba de mochila		1	60,00	60,00
Hoyadora		1	20,00	20,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>586,32</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Preparación sustrato		1	10,00	10,00
Preparación de sitio		1	10,00	10,00
Preparación de estacas		1	10,00	10,00
Enfundado		1	10,00	10,00
Implantación		1	10,00	10,00
<b>Construc. de invernadero</b>	<b>Jornal</b>	<b>1</b>	<b>60</b>	<b>60,00</b>
<b>SUBTOTAL</b>				<b>110,00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>800,75</b>

Elaborado por: La Autora.

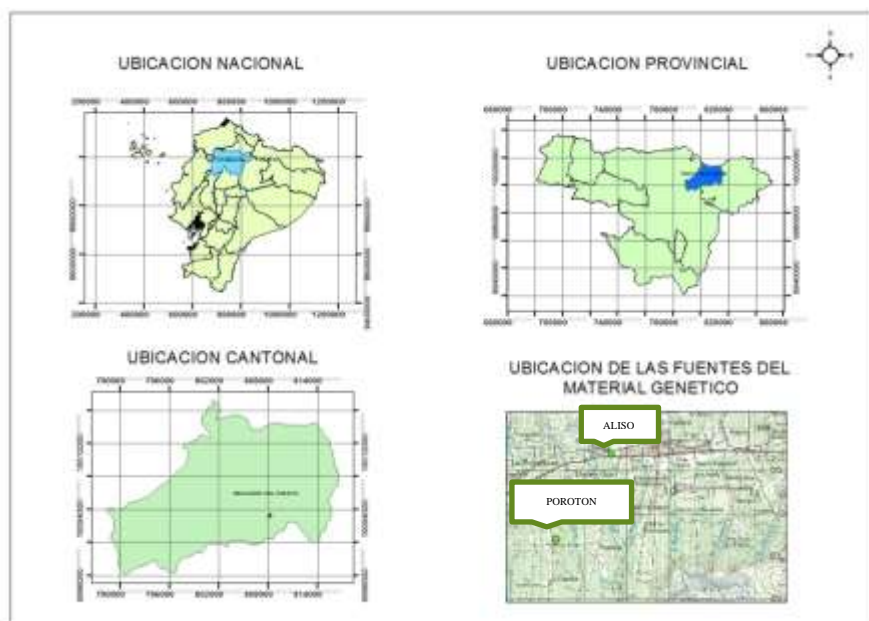
## Anexo B: Mapas

### Mapa B1: Ubicación de la investigación



Elaborado por: La Autora.

### Mapa B2: Ubicación de las fuentes del material genético.



Elaborado por: La Autora.

## Anexo C: Fotografías.

1. Procedencia especie porotón



2. Procedencia especie aliso



3. Construcción de invernadero



4. Mezcla de sustrato



5. Desinfección del sustrato



6. Enfundado





7. Elaboración de Rótulos



10. Estacas en enraizadores



8. Corte de estacas



11. Colocación estacas en las fundas



9. Preparación de enraizadores



12. Colocación de Rótulos



13. Aparecimiento de Yemas porotón



16. Medición de número de brotes



14. Aparecimiento de yemas de aliso



17. Medición de número de raíces



15. Medición sobrevivencia



18. Medición de longitud de raíces





19. Medición de vigor de planta



20. Visita de la directora de tesis

