

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZANTES QUÍMICOS Y DOS NATURALES EN TRES ESPECIES FORESTALES ALISO (*Alnus jorullensis.*), ÁLAMO (*Populus nigra.*), LECHERO ROJO (*Euphorbia cotinifolia L.*), CON DOS SUSTRATOS, DURANTE LA ETAPA DE ENRAIZAMIENTO EN LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI.

AUTORES:

Checa Mendoza Susana Marisol.

Amores Vizúete Cristian Oswaldo

DIRECTOR:

Lcdo. PATRICIO CLAVIJO CEVALLOS M.Sc.

Latacunga – Ecuador

2014

DECLARATORIA DE AUTORÍA

El presente trabajo de investigación, es auténtico y original de los autores: Srta. Susana Marisol Checa Mendoza con C.I. No.050310225-3 y el Sr. Cristian Oswaldo Amores Vizuite con C.I. No. 050267987-1, en tal virtud declaramos que todo lo expuesto en este trabajo somos responsables ante los estamentos legales y académicos.

.....

Susana Marisol Checa Mendoza

C.I.050310225-3

.....

Cristian Oswaldo Amores Vizuite

C.I.050267987-1

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Cumpliendo con el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Director de la Tesis con el Tema “ EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZANTES QUÍMICOS Y DOS NATURALES EN TRES ESPECIES FORESTALES ALISO (*Alnus jorullensis* L.), ÁLAMO (*Populus nigra.*), LECHERO ROJO (*Euphorbia cotinifolia*), CON DOS SUSTRATOS, DURANTE LA ETAPA DE ENRAIZAMIENTO EN LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI”, propuesto por los Egresados: Susana Marisol Checa Mendoza y Cristian Oswaldo Amores Vizuite, debo confirmar que el presente trabajo de investigación fue desarrollado de acuerdo con los planteamientos requeridos.

“POR LA VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO”

.....
M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos
DIRECTOR

AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZANTES QUÍMICOS Y DOS NATURALES EN TRES ESPECIES FORESTALES ALISO (*Alnus jorullensis.*), ÁLAMO (*Populus nigra.*), LECHERO ROJO (*Euphorbia cotinifolia L.*), CON DOS SUSTRATOS, DURANTE LA ETAPA DE ENRAIZAMIENTO EN LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Aprobado por:

M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Francisco Chancusig
**PRESIDENTE
TRIBUNAL**

Ing. Laureano Martínez. M.Sc.
MIEMBRO OPOSITOR

Ing. Giovana Parra. M.Sc
SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres por darnos la vida, sobre todo porque con su ejemplo de vida nos han enseñado que con perseverancia podemos llegar a cumplir nuestras metas.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la cual nos llevamos los más gratos recuerdos y las mejores enseñanzas, y a todos nuestros docentes quienes nos han impartido todos sus conocimientos en los diferentes Ciclos, para formarnos como buenos profesionales.

En especial al M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos quien nos ha guiado en el desarrollo de nuestra tesis, compartiendo desinteresadamente sus amplios conocimientos profesionales para poder culminar este trabajo investigativo.

Susana, Cristian

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres por ser la fuente de inspiración, motivación y perseverancia, ya que con su apoyo incondicional, ellos hicieron posible la culminación de una etapa más de mi vida.

Susana

Dedico el presente trabajo de grado especialmente a mi esposa Mayte y a mis tres tesoros Martín, Elena y Matías por ser el motor de mi vida ya que con su apoyo y amor he podido culminar con éxito un escalón más de mi vida.

Cristian

CONTENIDO

DECLARATORIA DE AUTORIA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS.....	4
HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO I.....	6
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1. ALISO.....	6
1.1.1. Características botánicas.....	6
1.1.1.1. Hojas	7
1.1.1.2. Flores.....	7
1.1.1.3. Frutos.....	7
1.1.1.4. Semillas	7
1.1.2. Distribución y datos ecológicos	8
1.1.3. Propagación por semilla.....	8
1.1.3.1. Semillero	9
1.1.3.2. Repique.....	9
1.1.4. Regeneración natural	9
1.1.4.1. Estacas comunes	10
1.1.4.2. Estacas de raíz	10

1.1.5. Plantación.....	10
1.1.6. Usos	10
1.2. ÁLAMO.....	11
1.2.1. Características botánicas.....	11
1.2.1.2. Tronco y ramaje.....	12
1.2.1.3. Hojas	12
1.2.1.4. Flores.....	12
1.2.1.5. Frutos.....	13
1.2.2. Distribución y datos ecológicos	13
1.2.3. Propagación por semillas	13
1.2.4. Estacas comunes	14
1.2.5. Hábitat.....	14
1.2.6. Plantación.....	14
1.2.6.1. Crecimiento	14
1.2.7. Usos.....	15
1.3. LECHERO ROJO	15
1.3.1. Características botánicas.....	16
1.3.1.1. Copa	16
1.3.1.2. Tronco y ramaje.....	16
1.3.1.3. Hojas	16
1.3.1.4. Inflorescencias	17
1.3.1.5. Brácteas	17
1.3.1.6. Fruto	17
1.3.1.7. Semillas	17
1.3.1.8. Corteza	17
1.3.2. Distribución y datos ecológicos	17
1.3.3. Plantación.....	18
1.3.4. Usos.....	18
1.4. EXTRACTOS NATURALES	18
1.4.1. Extracto de sauce	18
1.4.2. Lechero.....	19
1.5. ENRAIZANTES QUÍMICOS	20
1.5.1. Agrostemin.....	20
1.5.1.1. Composición química	20

1.5.1.2. Propiedades físicas, químicas y biológicas	21
1.5.2. Hormonagro	22
1.5.2.1. Composición.....	22
1.5.2.2. Compatibilidad	23
1.5.2.3. Métodos de Uso	23
1.5.2.3.1. Método A.....	23
1.5.2.3.2. Método B	23
1.5.2.4. Dosificación.....	23
1.5.2.5. Métodos de Aplicación	23
1.6. PROPAGACIÓN ASEXUAL O VEGETATIVA	24
1.6.1. Propagación vegetativa a través de estaca	25
1.6.2. Condiciones nutricionales de la planta madre	28
1.7. LA RIZOGENESIS	29
1.7.1. Factores que influyen en la rizogénesis.....	29
1.7.1.1. Influencia Genética	30
1.7.1.2. Influencia del medio	30
1.7.1.3. Influencia Fisiológica.....	31
1.7.1.3.1. Yemas y hojas.....	31
1.7.1.3.2. Longitud de la estaca.....	32
1.7.1.3.3. Calidad de madera.....	32
1.7.1.3.4. Época de corte.....	32
1.7.1.3.5. Sustancias de reserva.....	32
1.7.1.3.6. Polaridad.....	33
1.7.1.4. Influencia de las hormonas de crecimiento.....	34
1.7.1.4.1. Auxinas.....	34
1.8. ORIGEN DE LAS RAÍCES	35
1.8.1. Características botánicas.....	35
1.8.2. Etapas de la formación del meristemo de raíz	35
1.8.3. Concepto de una rizocalina específica	36
1.8.4. Formación de la raíz	36
1.8.5. Formación del callo	36
1.8.6. Brotación de yemas	37
1.9. SUSTRATOS	38
1.9.1. Tierra negra	40

1.9.2. Pomina o cascajo	41
1.9.3. Aserrín - viruta de madera	42
1.10. MARCO CONCEPTUAL	43
CAPÍTULO II.....	45
2. MATERIALES Y MÉTODOS	45
2.1. MATERIALES	45
2.1.1. Material experimental	45
2.1.2. Materiales de campo	45
2.1.3. Materiales y equipos de oficina.....	46
2.1.4. Recurso Humano	46
2.2. MÉTODO	46
2.3. UBICACIÓN DEL ENSAYO	46
2.3.2. Condiciones Climáticas	47
2.4. FACTORES EN ESTUDIO.....	47
2.4.1. Especies forestales	47
2.4.2. Enraizadores químicos y naturales	47
2.4.3. Sustratos	47
2.4.4. Tratamientos.....	47
2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	49
2.6. UNIDAD DE ESTUDIO	50
2.7. INDICADORES A EVALUAR.....	50
2.7.1. Porcentaje de supervivencia de las estacas.....	50
2.7.2. Longitud de la raíz principal	50
2.7.3. Número de brotes por estaca.....	50
2.7.4. Promedio de hojas por estaca.....	51
2.7.5. Longitud del brote	51
2.7.6. Peso de raíz.....	51
2.7.7. Número de plantas comerciales	51
2.8. MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO	51
2.8.1. Construcción del umbráculo	51
2.8.2. Preparación de los sustratos	52
2.8.3. Desinfección del sustrato	52
2.8.4. Obtención de estacas.....	52
2.8.5. Desinfección de las estacas	53

2.8.6. Preparación de los extractos naturales (enraizantes).....	53
2.8.7. Aplicación de los enraizantes químicos y naturales.....	53
2.8.8. Siembra de las estacas	54
2.8.9. Deshierbas	54
2.8.10. Control Fitosanitario.....	54
2.8.11. Riego	54
CAPÍTULO III.....	55
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
3.1. PORCENTAJE DE ESTACAS BROTADAS	55
3.2. LONGITUD DE RAÍZ.....	60
3.3. NÚMERO DE BROTES POR ESTACA.....	67
3.4. PROMEDIO DE HOJAS POR ESTACA	76
3.5. LONGITUD DE BROTE	79
3.6. PESO DE LA RAÍZ	83
3.7. NÚMERO DE PLANTAS COMERCIALES	88
3.8. ANÁLISIS ECONÓMICO	94
3.8.1. COSTOS DE PRODUCCIÓN	94
3.8.2 Análisis costo/beneficio.....	96
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES.....	100
BIBLIOGRAFÍA	101
ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1 Tratamientos para la evaluación comparativa de 3 especies forestales con dos enraizantes químicos y dos naturales con dos sustratos, (etapa de enraizamiento) mulalillo- cotopaxi 2011- 2012	48
CUADRO No. 2 Adeva para la evaluación comparativa de 3 especies forestales con dos enraizantes químicos y dos naturales con dos sustratos, (etapa de enraizamiento) mulalillo- cotopaxi 2011- 2012.....	49
CUADRO No. 3 Análisis de la varianza, para el porcentaje de estacas brotadas (%), en la evaluación de dos enraizantes químicos y dos naturales en tres especies forestales aliso, álamo, lechero rojo con dos sustratos, durante la etapa de enraizamiento en la parroquia mulalillo, cantón salcedo, provincia de cotopaxi. 2011 – 2012	55
CUADRO No. 4 Porcentaje de estacas brotadas (%), en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.....	56
CUADRO No. 5 Porcentaje de estacas brotadas (%), utilizando las especies forestales, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.....	58
CUADRO No. 6 Análisis de la varianza, para longitud de raíz (cm), en la evaluación de dos enraizantes químicos y dos naturales en tres especies forestales aliso, álamo, lechero rojo con dos sustratos, durante la etapa de enraizamiento en la parroquia mulalillo, cantón salcedo, provincia de cotopaxi. 2011 – 2012.	60
CUADRO No. 7 Longitud raíz (cm), en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.	61
CUADRO No. 8 Longitud de raíz (cm), en la evaluación de especies forestales, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.....	63
CUADRO No. 9 Longitud raíz (cm), utilizando los enraizantes, en la evaluación de especies forestales en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.....	64
CUADRO No. 10 Longitud raíz (cm), en la interacción especies por sustratos, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 – 2012.....	66
CUADRO No. 11 Análisis de la varianza, para número de brotes por estaca. en la evaluación de dos enraizantes químicos y dos naturales en tres especies forestales aliso, álamo, lechero rojo con dos sustratos, durante la etapa de enraizamiento en la parroquia mulalillo, cantón salcedo, provincia de cotopaxi. 2011 – 2012.	68
CUADRO No. 12 Número de brotes por estaca, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.....	69
CUADRO No. 13 Número de brotes por estaca, utilizando las especies, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 – 2012.....	70

CUADRO No. 14 Número de brotes por estaca, en la interacción enraizantes por sustratos, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.....	71
CUADRO No. 15 Número de brotes por estaca, en la interacción especies forestales por enraizantes, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 – 2012. .	73
CUADRO No. 16 Número de brotes por estaca, en la interacción especies forestales por sustratos, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 – 2012.	75
CUADRO No. 17 Análisis de la varianza, para la variable promedio de hojas por estaca, (número de hojas), en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012..	76
CUADRO No. 18 Número de hojas por estaca, en la evaluación de especies forestales en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.....	77
CUADRO No. 19 Número de hojas por estaca, en la evaluación de especies forestales, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.....	78
CUADRO No. 20 Análisis de la varianza, para longitud de brote (cm.), en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.	80
CUADRO No. 21 Longitud del brote (cm), en la evaluación de especies forestales en la localidad de mulalillo-cotopaxi, 2011/12.....	81
CUADRO No. 22 Longitud de brote (cm), en la evaluación de especies, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 – 2012.....	82
CUADRO No. 23 Análisis de la varianza, peso de la raíz expresada en gramos (g), en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.....	84
CUADRO No. 24 Peso de la raíz (g), en la evaluación de especies en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.....	85
CUADRO No. 25 Peso de la raíz (gr), en la evaluación de especies, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.	86
CUADRO No. 26 Análisis de la varianza, para número de plantas comerciales, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.	88
CUADRO No. 27 Número de plantas comerciales, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 – 2012.	89
CUADRO No. 28 Número de plantas comerciales, utilizando las especies, en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 – 2012.....	90
CUADRO No. 29 Costos de producción de la unidad experimental en la evaluación de dos enraizantes químicos y dos naturales en tres especies forestales aliso (<i>alnus jorullensis.</i>), álamo (<i>populus nigra.</i>), lechero rojo (<i>euphorbia cotinifolia l.</i>), con dos sustratos, durante la etapa de enraizamiento en la localidad Mulalillo - Cotopaxi 2011 – 2012	94
CUADRO No. 30 Análisis económico en la evaluación de dos enraizantes químicos y dos naturales en tres especies forestales aliso (<i>alnus jorullensis.</i>),	

álamo (*populusnigra.*), lechero rojo (*euphorbiacotinifolia l.*), con dos sustratos,
durante la etapa de enraizamiento en la localidad mulalillo - cotopaxi 2011 - 2012
.....97

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. 1 Porcentaje de estacas brotadas, utilizando las especies forestales, en la localidad de mulalillo, 2011 – 2012.	59
GRÁFICO No. 2 Longitud de raíz (cm), utilizando las especies forestales, en la localidad de mulalillo, 2011 - 2012.	63
GRÁFICO No. 3 Longitud de raíz (cm), utilizando enraizantes, en especies forestales en la localidad de mulalillo, 2011 - 2012.....	65
GRÁFICO No. 4 Interacción especies forestales por sustratos, para longitud de raíz (cm), en la localidad de mulalillo, 2011 – 2012.....	66
GRÁFICO No. 5 Número de brotes por estaca (unidades), utilizando las especies forestales, en la localidad de mulalillo, 2011 – 2012.	70
GRÁFICO No. 6 Interacción enraizantes x sustratos, para número de brotes por estaca, en la localidad de mulalillo, 2011 – 2012.	72
GRÁFICO No. 7 Interacción especies forestales x enraizantes, para número de brotes por estaca, en la localidad de mulalillo, 2011 – 2012.	74
GRÁFICO No. 8 Interacción especies forestales x sustratos, para número de brotes por estaca, en la localidad de mulalillo, 2011 – 2012.	75
GRÁFICO No. 9 Número de hojas por estaca, en la evaluación de especies forestales en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 - 2012.....	79
GRÁFICO No. 10 Longitud del brote en (cm), en la localidad de mulalillo - cotopaxi, 2011 – 2012.	82
GRÁFICO No. 11 Peso de la raíz (gr), en la evaluación de especies forestales en la localidad de mulalillo-cotopaxi, 2011 – 2012.....	87
GRÁFICO No. 12 Número de plantas comerciales, utilizando las especies forestales, en la localidad de mulalillo, 2011 – 2012.....	90
GRÁFICO No. 13 Interacción especies forestales x enraizantes, para número de plantas comerciales, en la localidad de mulalillo, 2011 - 2012.....	91
GRÁFICO No. 14 Interacción especies forestales x sustratos, para número de plantas comerciales, en la localidad de mulalillo, 2011 – 2012.....	92

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de doble entrada con los datos de campo de las variables: porcentaje de estacas brotadas y longitud de raíz

Anexo 2. Cuadro de doble entrada con los datos de campo de las variables: número de brotes por estaca, promedio de hojas por estaca, promedio de longitud de brote, peso de raíz y número de plantas comerciales

Anexo 3. Cuadro de Resumen de las Variables en la localidad de Mulalillo – Cotopaxi, 2011 - 2012

Anexo 4. Umbráculo de plástico, donde se ubicó el ensayo

Anexo 5. Elaboración del extracto de lechero

Anexo 6. Elaboración del extracto de sauce

Anexo 7. Extractos naturales ya elaborados

Anexo 8. Siembra de las estacas

Anexo 9. Lechero rojo a la cuarta semana

Anexo 10. Estacas de álamo a la quinta semana

Anexo 11. Estacas de aliso a la sexta semana

Anexo 12. Ensayo a la semana 15

Anexo 13. Toma de datos, lavado de raíces

Anexo 14. Toma de datos, balanza digital (peso de raíz), probeta (volumen de raíz)

Anexo 15. Toma de datos, longitud de brote y longitud de raíz

Anexo 16. Ubicación del Ensayo

Anexo 17. Plano de ensayo de evaluación de tres especies forestales, con dos enraizantes químicos y dos naturales, mas dos sustratos



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y

RECURSOS NATURALES

Salcedo – Ecuador

TEMA: EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZANTES QUÍMICOS Y DOS NATURALES EN TRES ESPECIES FORESTALES ALISO, ALAMO, LECHERO ROJO, CON DOS SUSTRATOS, DURANTE LA ETAPA DE ENRAIZAMIENTO EN LA PARROQUIA MULALILLO, CANTON SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Autores: Checa Mendoza Susana Marisol

Amores Vizuette Cristian Oswaldo

RESUMEN

La presente investigación “Evaluación de dos enraizantes químicos y dos naturales en tres especies forestales aliso (*Alnusjorullensis.*), álamo (*Populusnigra.*), lechero rojo (*Euphorbiacotinifolia L.*), con dos sustratos, durante la etapa de enraizamiento en la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi”, se realizó en la hacienda Saguatoa, con una altitud de 2.800 msnm, con el propósito de determinar el mejor enraizante químico o natural, como también el sustrato que dé el mejor resultado en una de las tres especies forestales evaluadas: aliso, álamo y lechero rojo. Se utilizó arreglo factorial 3*4*2 implementado en un (D.B.C.A.), con veinte y cuatro tratamientos y tres repeticiones, se aplicó la prueba de Tukey (5%), la parcela experimental tuvo 50 estacas por tratamiento, por 24 tratamientos se tiene un subtotal de 1.200 estacas por repetición y por 3 repeticiones el total es 3.600 unidades. Los factores en estudio fueron: dos enraizantes químicos, dos naturales, tres especies forestales. Las variables que se analizaron fueron: porcentaje de estacas brotadas, peso y longitud de raíz, números de hojas por brote, longitud de brote, número de brotes por estaca y número de plantas comerciales. El manejo del experimento consistió, en las siguientes labores; selección de estacas, desinfección de las estacas, aplicación de los tratamientos, mezcla de los sustratos, desinfección de los sustratos, siembra de estacas en fundas de polietimeno, riego y control de humedad, deshieras. De lo que se concluye: que de las tres especies forestales evaluadas la mejor respuesta la obtuvo el lechero rojo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y

RECURSOS NATURALES

Salcedo – Ecuador

THEME : EVALUATION OF TWO CHEMICAL ROOTS AND TWO NATURAL IN THREE FOREST SPECIES ALISO, ALAMO LECHERO ROJO, WITH TWO TYPES OF SUBSTRATA, DURING THE STAGE OF ROOTS IN THE MULALILLO PARISH, SALCEDO CANTON, AND COTOPAXI PROVINCE.

Authors: Checa Mendoza Susana Marisol

Amores Vizuete Cristian Oswaldo

ABSTRACT

The following research “Evaluation of two chemical roots and two natural ones over three forest species aliso (*Alnusjorullensis.*), álamo(*Populusnigra.*), lechero rojo (*Euphorbia cotinifolia L.*) with two substrata during the stage of roots in Mulalillo parish, Salcedo canton, Cotopaxi Province”, it was done in Saguatoa Farm, with an altitude of 2.800m.a.s.l with the objective to determine the best chemical or natural rooting. Also the substrate that gives best result in one of the three forest species evaluated: aliso, álamo y lechero rojo. Factorial arrangement was used $3*4*2$ It implemented in one (D.B.C.A.), with twenty four treatments and three repetitions, It applied Turkey`s test (5%), the experimental plat was 50 pickets per treatment, by 24 ones is a subtotal of 1200 pickets by repetition giving the total of 3600 units. The factors under study were: two chemical root stimulators, two natural and three forest species. The variables analyzed were: percentage of pickets sprouted, weight and length of the root, number of leaves by sprouting, length of outbreak, number of outbreak by picket, and number of commercial plants. The management of this experiment consisted in the following work: Selection of the pickets, disinfection of pickets, application of treatments, mixture of substrates, disinfection of substrates, planting pickets in polietimeno bags irrigation and humidity control, take out bad plants. It concludes witch of the three forest species evaluated the best response was the lechero rojo.

INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los países con mayor biodiversidad de especies forestales en el mundo. Según el Ministerio del Ambiente, en Ecuador existe una superficie de 163.000 hectáreas de plantaciones, de las cuales las plantaciones de la Sierra representan el 50 % y el restante 50% se localiza en la Costa y Amazonía. Aproximadamente el 48% corresponden en su mayoría a especies de Pino y Eucalipto, mientras que en la costa existen 20.000 ha de Teca, 10.000 ha de Balsa y 20.000 ha de otras plantaciones tropicales. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2013)

El Ecuador en especial la provincia de Cotopaxi presenta un severo proceso de deforestación, debido al sobrepastoreo, quema de pajonales, tala de la poca vegetación que queda en el lugar y al avance de la frontera agrícola, afectando gravemente a toda la población, debido fundamentalmente a la escasez de agua. (Martínez, 2006 p. 78)

Frente a este problema que viene afectando al ecosistema, la presente investigación busca alternativas de enraizamiento de las especies forestales, debido a la insuficiente información sobre la propagación de especies forestales por estacas, la utilización de diferentes tipos de enraizantes, el deficiente conocimiento de la práctica de desinfección de las estacas, tanto como los mínimos recursos para generar investigación en forma secuencial, y el alto costo de los productos químicos, hemos visto conveniente realizar otras alternativas para el enraizamiento de especies forestales como: álamo, aliso y lechero rojo.

Por lo que en esta investigación se puede apreciar un fundamento teórico esencial de cada especie, extractos naturales, enraizadores químicos, sustratos, procesos fisiológicos de enraizamiento, etc. Además se busca opciones para la formación de raíces adventicias con productos alternativos como son los extractos naturales de sauce y lechero, evaluando con dos enraizadores químicos: hormonagro y agrostemin, aplicando el método de sumergimiento. Para este propósito se ha

considerado evaluar la eficiencia de los enraizantes así como también de los dos sustratos de enraizamiento para determinar si tiene alguna influencia en la formación de raíces adventicias.

En el ensayo se evalúa variables como son: porcentaje de estacas brotadas, volumen de raíz, longitud de la raíz, peso de la raíz (lavada), número de yemas brotadas/estaca, longitud de brote/ estaca, promedio de hojas/ estaca, número de patrones comerciales, y el análisis económico, determinando así la influencia que causa cada enraizador y sustrato que se aplica a cada tratamiento.

Los resultados de esta investigación se consideran de gran importancia por los conocimientos que se adquirirán sobre la aplicación de enraizadores en especies forestales y los beneficios consecuentes que se tienen luego de obtener un sistema radicular eficiente.

JUSTIFICACIÓN

Se ha determinado durante el tiempo que la propagación vegetativa es una alternativa de producción que proporciona ciertas ventajas como es ganarle un espacio al proceso natural de reproducción, para de esta manera disminuir el tiempo de crecimiento vegetal de especies tardías, así mismo este tipo de reproducción asexual nos permite obtener especies que por su naturaleza son de difícil reproducción por semilla o en su vez no tiene una adecuada adaptación a la zona del cultivo.

La propagación vegetativa por estacas viene desarrollándose desde tiempos muy remotos, los campesinos realizaban y efectúan estas prácticas de una manera empírica, el propósito de esta investigación es dar una alternativa para obtener un sistema radicular más profundo y vigoroso, así como determinar qué tipo de enraizante actúa mejor en la formación y buen desarrollo del sistema radicular en las estacas de las especies forestales: aliso, álamo y lechero rojo, y saber si proporcionaría ventajas como rapidez en el enraizamiento, un sistema radicular sano, fuerte y profundo, lo que causaría un impacto favorable en la economía de producción de especies forestales, para de esta manera poder realizar una mayor forestación en las áreas desérticas de la provincia y ayudar a conservar el equilibrio ecológico del paisaje y sobre todo conservar el recurso agua que cada día disminuye poco a poco.

La importancia de este trabajo investigativo, es generar una tecnología que permita propagar especies forestales, mediante el uso de hormonas que las encontramos de forma natural como parte de la fisiología de otras especies vegetativas andinas.

Las hormonas naturales, están caracterizadas por ser sustancias sintetizadas dentro del mismo organismo vegetal, aunque se ha comprobado que algunas sustancias añadidas de forma artificial ejercen el papel de las hormonas.

El resultado del trabajo investigativo y la propuesta que se plantea, será un gran aporte teórico práctico, no solo para quienes se dedican a propagar especies forestales, sino también para todos los actores del sistema productivo agroforestal, y de esta investigación se podrá obtener bases y propuestas para trabajos de investigación.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar dos enraizantes químicos y dos naturales en tres especies forestales aliso, álamo y lechero rojo en dos tipos de sustratos, durante la etapa de enraizamiento.

Objetivos Específicos

- Determinar el mejor efecto de cada uno de los enraizantes utilizados en esta investigación.
- Evaluar cuál de las tres especies forestales, presenta un mejor comportamiento durante el proceso de enraizamiento.
- Identificar cuál de los dos sustratos a evaluar es el más adecuado para cada una de las especies forestales.
- Realizar el análisis económico de los mejores tratamientos evaluados por especie forestal.

HIPÓTESIS

Hipótesis Alternativa:

- La aplicación de los enraizantes naturales y químicos si mejoran el proceso de enraizamiento de cada una de las especies forestales.
- Las tres especies forestales, presentan un buen desarrollo durante el proceso de enraizamiento.
- Los dos sustratos evaluados son eficientes para esta investigación.

Hipótesis Nula:

- La aplicación de enraizantes naturales y químicos no mejora el enraizamiento de las especies forestales.
- Las tres especies forestales, no actúan de manera similar durante el proceso de enraizamiento.
- Los dos sustratos actúan de manera similar.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. ALISO

Clasificación Científica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Dicotiledónea

Orden: Fagales

Familia: Betuláceas

Género: Alnus

Subgénero: Alnus

Especie: *A. jorullensis*

Nombre binomial: *Alnus jorullensis*

Nombres comunes: Aliso, lambrán, ramram, rambrash, huayo. (Montes, 2003).

1.1.1. Características botánicas

En forma natural, el aliso, generalmente mide 15 a 20 metros de altura, siendo su corteza de color gris claro, a veces plateado, con lenticelas bien visibles y frecuentemente con rebordes horizontales. Cuando crece en condiciones de suficiente humedad, su fuste es recto y algo cónico, pero en zonas secas el árbol puede tener troncos múltiples, torcidos y con abundantes ramas que nacen desde la base; el tronco posee protuberancias de tamaño y forma de una arveja en aproximadamente su primer metro y medio de altura. Su copa es irregular, angosta y abierta (Montes, 2003).

1.1.1.1. Hojas

Son simples, alternas, pecioladas, con -bordes dentados irregularmente, de color verde oscuro y algo brillante en el haz, y verde claro a gris, por el envés donde además normalmente presenta pubescencias, de color óxido. Las hojas son elípticas u ovoides, variando su tamaño normal entre 8 a 15 cm. de largo y de 3 a 6 cm. de ancho. Es característica de la especie la presencia en el envés de puntos rojizos semejantes a la roya, las hojas juveniles tienen una substancia resinosa en el haz (Latorre, 1992).

1.1.1.2. Flores

La especie es monoica, con ambas flores en la misma rama. Las flores masculinas están dispuestas, al final de las ramas, en amentos de color verde amarillento de 5 a 12 cm. de largo, que se caen enteros después de la floración. Las femeninas, en especie de conos cortos erectos de unos 2 cm. de largo y color verde (Hung, 1997).

1.1.1.3. Frutos

Son pinas o conos dehiscentes, al principio de color verde que al madurar se obscurecen, generalmente de 3 cm. de largo, con escamas leñosas persistentes. Su maduración no es uniforme en un mismo árbol (Leakey, 1991).

1.1.1.4. Semillas

Son elípticas, planas, con dos alas angostas, y muy pequeñas por kilo limpio, con seguridad se tiene un millón de semillas, aunque hay quienes reportan hasta dos millones (Montes, 2003).

1.1.2. Distribución y datos ecológicos

El aliso en general es una especie de clima templado donde el rango de temperatura media es de 4° a 27° C. Puede soportar temperaturas que bajan temporalmente a 0° C, el aliso tiene un rango altitudinal de 2,800 a 3,700 m.s.n.m. En las partes más altas prospera en quebradas abrigadas ya que vientos secos fríos afectan su desarrollo. El aliso es muy exigente en luz, por lo que no crece bien bajo sombra. (Morales, 2010).

La especie no es exigente en cuanto a calidad de suelo, siempre y cuando haya buena humedad. El árbol crece en un amplio rango de texturas: desde la arcillosa hasta la arenosa, e inclusive en suelos pedregosos y superficiales. No requiere materia orgánica en el suelo, por lo que sirve para colonizar zonas de subsuelo. Ello se debe a la simbiosis radicular con un actinomiceto que fija nitrógeno, así como también a su simbiosis con hongos micorrízicos. Por lo general el género *Alnus se* encuentra en suelos ácidos (pH 4.5 - 6.0), aunque se han observado árboles aislados de aliso en suelos calcáreos. En cambio el aliso sí es exigente en cuanto a humedad, especialmente en la etapa de germinación y desarrollo inicial (Ríos, 2000).

1.1.3. Propagación por semilla

Para obtener buena semilla los frutos se deben recolectar cuando empiezan a cambiar de color verde a amarillo. Si se espera a que los conos tengan un color café oscuro, se pierde gran parte de la semilla fértil al abrirse. La semilla de aliso pierde muy rápidamente su capacidad germinativa, por lo que se recomienda almacenarla inmediatamente de cosechada. En términos generales, para siembra en almácigos es prudente considerar una germinación de un 10%. Si es necesario almacenar la semilla se recomienda secarla ligeramente al sol, ponerla en un recipiente de vidrio seco, taparla, y guardarla en sitio fresco (Sanhueza, 1998).

1.1.3.1. Semillero

Para obtener una buena germinación de aliso es necesario un sustrato de buena estructura, es decir, con alto contenido (alrededor de 50%) de materia orgánica descompuesta. La cantidad de semilla a usar depende de la pureza y del porcentaje de germinación. Así por ejemplo se ha determinado que 15 - 20 g/m² es suficiente. La humedad es el factor más importante en el caso de semillero de aliso. Es posible que la humedad relativa del aire sea tan importante como la humedad del suelo en el desarrollo de esta especie (Latorre, 1992).

1.1.3.2. Repique

El crecimiento inicial del aliso en almácigo es muy lento, recomendándose esperar 3 a 6 meses después de la germinación para hacer el repique. El tamaño adecuado para repicar las plántulas es de 3 a 5 cm. Debido a su pobre sistema radicular inicial, si se sacan plántulas de menor tamaño, muchas veces no resisten el trauma del repique y se secan, o crecen muy lentamente. Al igual que con cualquier especie forestal, en los viveros de la Sierra con aliso, es indispensable reducir el riego en los últimos dos meses a fin de despachar al terreno definitivo plantones bien lignificados (Sanhueza, 1998).

1.1.4. Regeneración natural

Donde hay regeneración natural de aliso es relativamente fácil tener una producción en pequeña escala trabajando con brinzales. Se puede repicar las plántulas (3-5 cm.) en camas de vivero bajo tinglado, o trasplantar en época de lluvia a raíz desnuda de una vez al campo definitivo utilizando brinzales de 35 - 50 cm. de altura. La regeneración natural normalmente sólo ocurre sobre suelo mineral expuesto, tanto a media sombra como a plena luz, pero siempre en lugares húmedos (Brown, 1993).

1.1.4.1. Estacas comunes

En algunas partes de la Sierra hay pequeñas experiencias de propagación del aliso por estacas comunes o simples. En general el prendimiento ha sido bajo y el desarrollo radicular de los plantones: inferior comparado con plantones producidos por semilla, al igual que también ha sido lento el crecimiento de los brotes o nuevas guías (Grijpma, 1995).

1.1.4.2. Estacas de raíz

El aliso también se puede propagar mediante estacas de raíz o pseudo-estacas en platabandas. Cuando el tallo alcanza unos 30 cm. se le corta a 10 cm. del cuello de la raíz o un poco más, y se podan las raíces a 20 cm (Sanhueza, 1998).

1.1.5. Plantación

Por su exigencia en humedad es indispensable plantar el aliso sólo hasta que las lluvias se han establecido bien. Para su plantación en sitios semi-secos se requiere una buena preparación del sitio para aumentar la infiltración de agua.

Los árboles rebrotan en forma natural. Cabe señalar que, donde la finalidad principal de la plantación es la contribución de nitrógeno al sitio, el corte de brotes cerca del árbol mata una buena cantidad de raicillas, liberando así una gran parte del nitrógeno contenido en las mismas (Biloni, 1998).

1.1.6. Usos

El aliso es una especie nativa de mucha utilidad. Su madera suave y liviana, (peso específico, se utiliza en ebanistería, fabricación de cajones, puertas, tacos, hormas para calzado y yugos; es muy apreciada para trabajos de tallado. También es apreciada para leña ya que arde en forma pareja. En algunas partes la corteza se usa en forma casera para teñir (color canela-marrón) lana y algodón. Sus hojas se

emplean en medicina folklórica: por ejemplo molido y combinado con grasa, para ayudar a cicatrizar heridas y sin grasa para desinflamar, aplicadas a las heridas ayudan a contener la hemorragia, como infusión se toman contra el reumatismo y los resfríos, para aliviar malestar de cabeza por insolación se sujetan sobre la frente (con una venda) hojas tiernas de aliso calientes (Hermida, 2007).

Por otro lado, el aliso juega un papel muy importante en el mejoramiento de suelos. Ello se debe a su simbiosis radicular, tanto con un actinomiceto del género *Frankia* que fija nitrógeno del aire en el suelo, como con hongos micorrízicos ectotróficos que ayudan a incrementar la capacidad del árbol para aprovechar mayor volumen de suelo y extraer agua y nutrientes en estado no asimilable como el fósforo. Además, produce bastante materia orgánica (hojas de rápida descomposición) rica en nitrógeno que aumenta la fertilidad del suelo, amén de otras ventajas (Cozzo, 1999).

1.2. ÁLAMO

Clasificación Científica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Dicotiledónea*

Familia: *Salicácea*

Género: *Pópulos*

Subgénero: *Pópulos*

Especie: *Nigra*

Nombre binomial: *Populus nigra*

Nombres comunes: Álamo negro, Chopo Negro (Morales, 2010)

1.2.1. Características botánicas

Árbol caducifolio y dioico, mide hasta 35 m de altura, con corteza gris blanquecina, muy agrietada, tiene un sistema radical potente, el porte lo

mantienen más los pies masculinos que los femeninos, en los que se ensancha; curiosamente son mucho más abundantes los ejemplares masculinos (Morales, 2010).

Es ovoide, bastante ancha e irregular, y de densidad media pero, en el caso de la variedad 'Itálica', es fusiforme (Lancaster, 1996).

1.2.1.2. Tronco y ramaje

El tronco inicialmente suele ser recto, pero con el tiempo adopta formas más o menos sinuosas. Acostumbra a estar ramificado desde la parte baja. Las ramificaciones principales son abiertas y robustas. Las ramillas son flexibles, poco angulosas, brillantes y de color marrón amarillento que pasa a gris verdoso. La corteza es grisácea y lisa cuando es joven, pero pronto resquebraja en sentido longitudinal y se vuelve pardusca y arrugada. Las yemas son estrechamente cónicas, agudas, pegajosas y de color marrón rojizo (Hartman, 1998).

1.2.1.3. Hojas

Caducas, simples, pequeñas, romboidales o suborbiculares, acuminadas, bordes regularmente dentados, de color verde por ambas caras aunque de jóvenes el envés es ligeramente veloso, pecíolo delgado y rojizo (Montes, 2003).

1.2.1.4. Flores

Son unisexuales, sobre árboles distintos se agrupan en racimos colgantes sin interés. Hay flores masculinas y flores femeninas. Los amentos masculinos son péndulos, cilíndricos y gruesos, de hasta 10 cm, de largo, las flores masculinas tienen 6-25 estambres de anteras rojas o negruzcas, los amentos femeninos son verdosos y miden 7-15 cm de largo. Las flores femeninas tienen un solo pistilo con dos estigmas adosados al ovario. La floración tiene lugar de febrero a marzo, antes del brote de las hojas. La polinización es entomófila (Kremer, 1996).

1.2.1.5. Frutos

Son cápsulas pequeñas ovoides de color verde que se abren en 2 valvas y están agrupadas formando racimos. De abril a mayo, cuando maduran, liberan unas semillas minúsculas (de unos 2 mm sin contar los pelos) que presentan largos pelos algodonosos. Las masas algodonosas de semillas, que lógicamente tan sólo son producidas por los ejemplares femeninos, pueden ser transportadas muy lejos por el viento (Morales, 2010).

1.2.2. Distribución y datos ecológicos

Como ha sido una especie cultivada desde la antigüedad, se hace muy difícil precisar con certeza su área de origen primitiva. Actualmente crece espontáneamente en la mayor parte de Europa, en el norte de África y en el suroeste de Asia. Vive en los bosques de ribera y lugares húmedos, y, fuera de las zonas más secas, en las tierras removidas de los terraplenes. En el dominio del bosque de ribera el chopo convive a menudo con el chopo euro americano (*Populus canadensis*), un grupo de híbridos obtenidos a partir del chopo europeo y un chopo americano, el álamo de la Carolina (*Populus deltoides*). El chopo euro americano es de hoja mayor que el europeo, tiene un crecimiento muy rápido y se planta en hileras con el fin de aprovechar su madera (Hartman, 1998).

Vive entre el nivel del mar y los 1.800 metros de altitud. El clima no es tan determinante ya que el agua que recoge proviene siempre de capas freáticas superficiales sin las cuales no se desarrolla con normalidad. De esta forma, se le puede encontrar, en climas áridos o secos resistiendo en gran medida la sequedad ambiental así como las amplias oscilaciones térmicas, puede soportar heladas de 24° C (Lancaster, 1996).

1.2.3. Propagación por semillas

Esta es la forma natural de esta especie para propagarse, aunque por el tamaño de

la semilla, es muy difícil recogerla, la semilla es arrastrada por el agua y el viento es por ello que el álamo se adapta a diferentes hábitats (Miranda, 1995).

1.2.4. Estacas comunes

Ocasionalmente también se puede dar a partir de fragmentos de tallo o de raíz arrastrados por el agua. Artificialmente, la propagación se hace a partir de esquejes o estacas, los cuales enraízan con mucha facilidad. El chopo, como todas las salicáceas, es muy fácil de propagar de esta manera, cosa que se puede interpretar como una adaptación a su hábitat, donde son frecuentes las riadas que lo pueden arrancar y rompen (Díaz, 1994).

1.2.5. Hábitat

Se difundió en Europa a mediados del siglo XVIII, siendo uno de los más conocidos en el mundo en caminos, carreteras y paseos, junto con el olmo. En España se extendió mucho antiguamente y aparece por múltiples lugares; es un árbol típico y característico en el paisaje de Castilla (Fanlo, 2000).

1.2.6. Plantación

Está formada por raíces agresivas, por lo que no se debe plantar a menos de 15 metros de construcciones. Árbol que vive en zonas de ribera con suelos fértiles y alto grado de humedad, indiferente al tipo de suelo, necesita una poda enérgica para facilitar una mejor brotación y eliminar la floración y frutos. Admite el trasplante a raíz desnuda en invierno (Morales, 2010).

1.2.6.1. Crecimiento

Esta especie forestal se caracteriza por tener un crecimiento y desarrollo foliar rápido, pero no se acostumbra a vivir más de 100 años (Garciduenas, 1992).

1.2.7. Usos

Se emplea como árbol de sombra y en carpintería, su madera es muy utilizada para embalajes, carpintería barata y obtención de pasta de papel, se utiliza para cajas ligeras de embalaje, juguetes, palos de cerillas, muebles, zócalos, tarimas, marcos para cuadros, etc. (Hans, 2001).

La madera es blanda, ligera y poco resistente por lo que sólo se utiliza en carpintería ligera gracias a su rápido crecimiento y la brevedad de su turno de corta. Se emplea también en papelería como materia prima para la obtención de celulosa por su blancura y ausencia de imperfecciones, como leña, debe secarse bien pero gracias a su abundancia es ampliamente utilizada (Valenzuela, 1992).

Las ramas de menor diámetro se utilizan para tableros de partículas previo astillado de las mismas mientras que la resina que se desprende de sus yemas se utiliza como base medicinal, debido a su bajo precio y rápido desarrollo, se utiliza en alguna de sus variedades más cuidadas en jardinería ornamental ya sea en alineaciones, paseos o grupos aislados (FAO, 1993).

1.3. LECHERO ROJO

Clasificación Científica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Dicotiledónea*

Familia: *Euphorbiaceae*

Género: *Euphorbia*

Subgénero: *Euphorbia*

Especie: *Cotinifolia*

Nombre binomial: *Euphorbia cotinifolia L.*

Nombres comunes: Lechero Rojo, Sangre de Cristo, Dólar Rojo, Nacedero Rojo, Barrabas (Cerón, 2003).

1.3.1. Características botánicas

Es un arbolito semicaducifolio muy ramificado, alcanzando 4 - 5 m de altura en nuestra zona, con la corteza clara y lisa; ramillas redondeadas, articuladas, inermes, glabras, purpúreas. Látex blanco, abundante, cáustico (Cerón, 2003).

1.3.1.1. Copa

Arbusto de copa globosa y hojas rojo borravino, muy utilizado en paisajismo por los contrastes que genera el particular color de su follaje con el entorno (Kremer, 1996).

1.3.1.2. Tronco y ramaje

El tronco inicialmente suele ser recto. Las ramificaciones principales son abiertas y robustas. Las ramillas son flexibles, poco angulosas, brillantes y de color rojo. La corteza es grisácea y lisa cuando es joven, pero pronto resquebraja en sentido longitudinal y se vuelve pardusca y arrugada (Faucon, 2005).

1.3.1.3. Hojas

Hojas ternadas, a veces alternas, con estípulas caedizas, simples, opuestas, aovadas, de borde entero, con pelos cortos y esparcidos, con la base redondeada o ligeramente peltada, el margen entero y el ápice truncado o emarginado; son de color purpúreo, con los nervios destacados en ambas caras, pecíolo de 2-6 cm de longitud (Panella, 1992).

1.3.1.4. Inflorescencias

Terminales en racimos pequeños, flores de color blanco amarillento, son de escasa importancia ornamental, en realidad el mayor valor ornamental depende del color de las hojas, y para que éstas mantengan un intenso rojo borravino es necesario el pleno sol ya que de otra manera se tornan verdosas y apagadas (Morales, 1995).

1.3.1.5. Brácteas

Linear-trianguulares, de unos 2 mm de largo, verdes; glándulas en número de 4 - 6, de elípticas a obovadas, con apéndices crenados de color blanco (Leakeys, 1991).

1.3.1.6. Fruto

En cápsula anchamente ovoide, trilobada, de unos 4 - 5 x 6 mm, lisa, con pubescencia esparcida (Hans, 2001).

1.3.1.7. Semillas

Ovoides, de unos 2,5 mm de longitud, algo angulosas, foveoladas, sin carúncula (Panella, 1992).

1.3.1.8. Corteza

Segrega abundante látex, de allí uno de sus nombres comunes: "lechero/a". El nombre cobrizo se origina en los reflejos que despide su follaje cuando la luz del sol le da plenamente, que recuerdan al cobre (Panella, 1992).

1.3.2. Distribución y datos ecológicos

Esta especie se la encuentra distribuida desde México hasta el norte de Sudamérica. Esta planta popular puede vivir en lugares cálidos, tropicales y frío

porque se lo encuentra en diferentes climas entre el nivel del mar y los 2.800 metros sobre el nivel del mar (Hans, 2001).

1.3.3. Plantación

Requiere exposición soleada para que sus hojas se colorean intensamente, así como lugares secos, además esta planta puede soportar bien la falta de agua (Hans, 2001).

1.3.4. Usos

Especie venenosa en todas sus partes, por lo que hay que tener ciertas precauciones, especialmente con el látex. Puede utilizarse para formar setos o como arbolito, soportando las podas intensas. Es muy interesante para contrastar con otros arbustos de follaje verde, es decir que se lo pueda utilizar para ornamentación de parques, jardines de hogar, parterres de avenidas, y se acostumbra sembrar en las orillas de los ríos (Hans, 2001).

1.4. EXTRACTOS NATURALES

Cuando se requiere aprovechar de las plantas especialmente sus vitaminas y sales minerales, se procede a extraer de su tallo y hojas el zumo que contienen. Para ello se lava la planta, se la maja, ralla o machaca, se coloca en una tela limpia y se exprime el zumo. De esta manera se conservan activos los compuestos vitamínicos y minerales (Cesa, 1993 p. 52).

1.4.1. Extracto de sauce

Es una sustancia color verde claro, que se obtiene luego de moler sus hojas y ramas, para de esta manera obtener el extracto, el cual tiene un pH 5, lo que quiere decir que es ligeramente ácido.

Las hormonas de enraizamiento sirven muchísimo a la hora de multiplicar una planta por esquejes, o también a modo de estimulante en plantas ya constituidas pobres en raíces.

Utilizando esquejes o trozos de ramitas suberificadas (ósea con corteza) con agua suficiente como para que intenten sacar raíces, dejar reposar durante 3 semanas. El agua resultante se utiliza como solución para dejar reposar las estacas y ayude en el proceso de enraizamiento.

En el caso de que se deje el esqueje en la solución:

No sumerja todo el esqueje, solo la porción inferior que saca raíces.

Debe usar esa solución pero diluyéndola nuevamente en agua, para que no sea demasiado fuerte ya que el esqueje estará por varios días en la solución.

En el caso de que se quiera enraizar en la tierra se debe hacer lo siguiente:

Mojar durante un minuto la parte inferior del esqueje en la solución.

Inmediatamente después, plantar el esqueje en la tierra donde desee que esta la planta que enraizara (Rodríguez, et al., 2002).

Se comercializan enraizadores basados en extractos de madera de sauce llorón (salix), incluso hay quienes hacen preparados domésticos con ramas troceadas (2cm) sumergidos en agua tibia durante 12 horas. Este producto contiene un precursor de la auxina. Sin embargo diversos experimentos han puesto en duda su eficacia (León, 1995).

1.4.2. Lechero

Muchas euphorbiaceas poseen látex que contiene caucho, aceites, taninos, resinas y sustancias gomosas. Sin embargo, en algunos casos el látex es venenoso e irritante. A esta familia pertenecen plantas tan familiares como: el árbol de caucho, la yuca, el ricino, la patora, corona del inca. Además hay sustancias colorantes como en la Kamala, gomas de especies, fécula o tapioca de *Manihotesculentus*.

Además de estos compuestos de interés industrial muchas especies tienen sustancias irritantes y fitotóxicas. La savia de muchas especies de Euphorbiaceas posee estos compuestos altamente irritantes para la piel y las membranas mucosas. Esto se limita no solo a la savia, sino que también se observa a menudo en otras partes de dichas plantas. Por ejemplo la fracción resinosa del aceite de crotón, purgante obtenido a partir de las semillas de *Crotón tiglium*, posee ésteres borbólicos altamente irritantes y además generadores de tumores (Hans, 2001).

1.5. ENRAIZANTES QUÍMICOS

1.5.1. Agrostemin

Es un estimulador de amplio efecto y sirve para aumentar el rendimiento y mejorar la calidad de los productos agrícolas (agricultura, horticultura, fruticultura, plantas industriales, prados y pastizales) y silvicultura. Actúa positivamente sobre el estado general de la planta. Las plantas soportan mejor los factores externos negativos (sequía, heladas, altas temperaturas), mejora la estructura de los suelos, como también aumenta su contenido de P_2O_5 (Edifarm, 2004).

1.5.1.1. Composición química

En la composición de Agrostemin entran 39 diferentes variedades de componentes de origen vegetal, los que representan la materia prima y material inicial para su producción. En lo que se refiere al análisis químico del bioestimulador Agrostemin y los componentes activos que se desprenden de los análisis de calidad, existen tres grupos principales de unidades alelopáticas de origen vegetal y estos son:

I grupo- Complejo activo:

Triptófano ($C_{11}H_{12}N_2O_2$), ácidos glutamínicos ($C_5H_9NO_4$), orcialanin ($C_{10}H_{13}NO_4$) y otros aminoácidos, como ácidos orgánicos y derivados de ácidos orgánicos: alantoína ($C_4H_6N_4O_3$), adenina ($C_5H_5N_5$) etc.

II grupo- Inhibidores:

Derivados ABA (ácidos absínicos) carbohidratos alifáticos saturados e inhibidores cíclicos ($C_8H_{29}N_3O_7$).

III grupo- Complejo de hormonas vegetales:

- Complejos Citoquininas
- Complejos Giberelínicos
- Auxinas - en menor cantidad

Complejos activos:

Contenido grupo	90.91%
Contenido grupo	II + III 9.09%
Total:	100.00%

Componentes del preparado:

Complejos activos	4.0%
Portador (neutral) Mg_2SiO_4	96.00%
Total:	100.00%

1.5.1.2. Propiedades físicas, químicas y biológicas

Agrostemin se produce en forma de polvo de color gris-negro, el tamaño de las partículas son 100% menores a 80 micrones (el 98% de las partículas de Agrostemin es de 20 micrones a 2% de 80 micrones). El volumen específico de Agrostemin es de 1,6 l/kg. La humedad es alrededor del 2% y el contenido de ceniza cruda es de 92 -93%. Las propiedades organolépticas de Agrostemin lo señalan como un producto inodoro y sin sabor. Siendo Agrostemin un complejo químico alelopático, el punto de solubilidad no puede precisarse. El valor pH de la

solución oscila entre 5,8 - 6,5. Es estable en medios, cuyo valor pH es de 5,2 - 7,8. Agrostemin es termo estable a temperaturas 4 - 120°, y a la presión de una a tres atmósferas, sin cambiar sus propiedades. Las propiedades biológicas de AGROSTEMIN® se destacan por el efecto sobre las plantas, cuyos resultados son el aumento de rendimiento y calidad en la agricultura, horticultura, fruticultura, plantas industriales, como también en prados y pastizales. En principio actúa en las plantas que pertenecen a las variedades alantoinitas. Agrostemin pertenece al grupo de bioestimuladores de origen natural, que actúa como regulador con el mismo principio que el proceso de la vida (respiración, asimilación, fotosíntesis, etc.), en la fase autótrofa y heterótrofa nutricional de la planta, estimulando su crecimiento, desarrollo y aumento del fruto (Edifarm, 2004).

1.5.2. Hormonagro

Es un "Regulador fisiológico" en polvo, a base de ácido naftalenacético, para aplicación directa. Es un poderoso bioestimulante radicular en las plantas; ideal para la propagación asexual por medio de estacas, para enraizar acodos y esquejes (Edifarm, 2004).

1.5.2.1. Composición

Ácido alfa – naftalenacético: 0.40%

Ingredientes inertes: 99.60%

Los reguladores de crecimiento que componen HORMONAGRO 1 contienen una hormona vegetal específica, que actúa en forma más efectiva que otros homólogos como IBA (Ácido indolbutírico) y AIA (Ácido indolacético), (Edifarm, 2004).

1.5.2.2. Compatibilidad

Es compatible con la mayoría de los plaguicidas, sin embargo se recomienda hacer una prueba previa de compatibilidad (Edifarm, 2004).

1.5.2.3. Métodos de Uso

1.5.2.3.1. Método A

Vierta parte del contenido del frasco en una vasija esmaltada y sumerja las estacas 2.5 cm de la base en el polvo fitohormona HORMONAGRO, durante 5 segundos y luego proceda a la siembra (Edifarm, 2004).

1.5.2.3.2. Método B

Tome una parte de Hormonagro No. 1 y añada 30 partes de agua, sumerja 2.5 cm de la base de la estacas en esta mezcla preparada durante 16 horas, luego proceda a la siembra (Edifarm, 2004).

1.5.2.4. Dosificación

Parte de Hormonagro 1 por 30 partes de agua, Para enraizar estacas, verter el producto en un recipiente no metálico con el material previamente tratado con un fungicida sistémico y sumergir de 2 a 3 cm de la base vegetal y luego proceder a sembrar (Edifarm, 2004).

1.5.2.5. Métodos de Aplicación

El método de inmersión se utiliza para estacas difíciles de enraizar y consiste en la inmersión de la parte basal de la estaca en la solución por 4 a 12 horas. Las estacas son plantadas inmediatamente después del tratamiento. El método de inmersión rápida es preferido por muchos propagadores para el enraizamiento de

estacas. Para este método se utiliza una solución muy concentrada de auxina; en la cual se introduce la parte basal de la estaca por unos segundos. Las estacas son plantadas inmediatamente después del tratamiento. El método de inmersión total de la estaca produce muy buenas raíces.

Para esto se debe sumergir la estaca completa en la solución por unos segundos. Las estacas son plantadas inmediatamente después de esto. Las estacas pueden ser sumergidas hasta por 2 minutos en una solución a 1000 ppm a base de AIB disuelto en agua. Este método incrementa el peso fresco de las raíces en comparación con el método de inmersión en seco. El método Spray Drip Down consiste en la aspersion de la solución sobre las hojas y tallo de las estacas que previamente han sido plantadas en grandes bandejas. Esta aspersion se realiza hasta que la solución gotee y haga contacto con el medio de enraizamiento. Este método resulta ser más efectivo ya que requiere de menos labores y de una menor concentración de la solución de auxinas (Edifarm, 2004).

Un método poco común es la utilización de bacterias (*Agrobacterium rhizogenes*); se realizó un experimento en estacas de tallo de nuez. En este experimento se vio que la bacteria *rhizogenes* promovía la formación de raíces adventicias en las zonas de infección. Este enraizamiento es resultado de la transferencia de un gen de la bacteria (T-DNA) hacia el genoma de la planta. En respuesta la planta produce AIA y como resultado se da la formación de raíces (Hartman, 1998).

1.6. PROPAGACIÓN ASEXUAL O VEGETATIVA

La propagación vegetativa, se define como la multiplicación de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces tallos, ramas, hojas) (Rojas *et al.*, 2004). Esto es posible, debido a que las células vegetales conservan la capacidad de regenerar la estructura entera de la planta; esta capacidad se debe a factores como la totipotencia, es decir, que cada célula vegetal viviente contiene en su núcleo, la información genética necesaria para reconstituir todas las partes de la planta y sus funciones, a través de reproducción somática basada exclusivamente

en mitosis; y la desdiferenciación o capacidad de las células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo (Hartmann, et al., 1995).

La propagación vegetativa agámica (asexual), es la capacidad que tienen algunos órganos vegetativos de una planta para formar raíces y de esta manera originar un nuevo individuo completo desde el punto de vista morfológico y funcional (Hartmann, et al., 1995).

1.6.1. Propagación vegetativa a través de estaca

La estaca es una porción separada de la planta, provista de yemas caulinares y hojas, e inducida a formar raíces y brotes a través de manipulaciones químicas, mecánicas y/o ambientales (Baldini, 1992); la estaca una vez enraizada se llama barbado (Baldini, 1992; Barbat, 2006). Asimismo, Cuculiza (1956) indica que en una acepción más amplia, se denominan estacas: a raíces, hojas, fracciones de hojas utilizadas como tales; con la finalidad de obtener nuevas plantas. Longman (1993) quién afirma que más del 80 % de árboles tropicales forestales pueden ser enraizados con estacas de madera suave bajo sistemas de nebulización y con sistemas de baja tecnología como los polipropagadores.

Los requisitos para la iniciación y la elongación de las raíces a menudo difieren, siendo el primero influido por la condición genética y estado fisiológico de la planta, mientras que el segundo es más sensible a los factores medio ambientales (Leakey, 1991).

Entre los principales factores se encuentran la edad de la planta madre y condición fisiológica, tipo de estaca de tallo, época de recolección de las estacas, reguladores de crecimiento, condiciones ambientales (temperatura y humedad), sustrato de enraizamiento y condición sanitaria del material (Hartmann y Kester, 1999), en consecuencia el medio de enraizamiento no solo es importante por ser el lugar donde se iniciarán y formarán las raíces adventicias, sino también, por que provee de

condiciones de humedad, aire y oscuridad necesaria para facilitar su desarrollo (Soto, 2004).

Según López y Carazo (2005) el objetivo de la multiplicación por este método, es conseguir estacas enraizadas de calidad, que respondan bien y rápidamente al trasplante, 6 presenten gran uniformidad y sean la mejor base para alcanzar plantas de calidad, asimismo, una limitante importante para utilizar estacas enraizadas es su dependencia con la edad. Los árboles jóvenes suelen enraizar rápidamente, pero puede ser casi imposible enraizar los mismos árboles cuando están maduros (Hartmann, et al., 1995).

Este es uno de los métodos de propagación más utilizados y consiste en la separación de un trozo de planta con yemas activas, capaces de regenerar una nueva planta. Frecuentemente se utilizan estacas de tallo, en las cuales ya existe un sistema aéreo y sólo se necesita la formación del sistema radical, lo cual se logra colocando las estacas en ciertas condiciones ambientales favorables para inducir la formación de raíces (Hartmann, et al., 1995).

Según, (Agusti, 2004) el enraizamiento de estacas pueden verse alterado por diversos factores, así:

- En las estacas, si la brotación de las yemas se produce antes de la emisión de raíces, aquella compite y puede agotar las reservas hídricas y nutritivas de la propia estaca.
- El enraizamiento es más rápido, si las áreas de esclerenquima se organizan aisladamente y están separadas por amplias zonas de parénquima.
- En las estacas de ramas hay que tener en cuenta su polaridad, estas enraízan por su parte basal.
- La eliminación de yemas o de hojas impide la formación de raíces.
- El estado nutricional de la estaca determina su capacidad de enraizamiento.

- En las especies leñosas las estacas menores a un año, enraízan mejor, aunque en algunas especies (olivo) la capacidad rizogénica aumenta con la edad de los órganos de los que se separan las estacas.
- En general las estacas tomadas de las plantas jóvenes enraízan mejor que las tomadas de las plantas adultas.
- Las técnicas culturales encaminadas a rejuvenecer las plantas (poda) o a incrementar su actividad vegetativa (riego y fertilización) mejoran la capacidad rizogénica de las estacas.
- Existen variaciones estacionales en la capacidad de enraizamiento.

(Hartmann, et al., 1995). Afirman que las plantas se pueden dividir en tres clases, respecto a la iniciación de raíces adventicias:

- Aquellas en que los tejidos proporcionan todas las diversas sustancias nativas, incluso auxina. Cuando se hacen las estacas y se les coloca en condiciones ambientales adecuadas, ocurre una rápida formación de raíces.
- Aquella en que hay presentes amplias cantidades de cofactores de ocurrencia natural, pero en que la auxina es limitante. Con la aplicación externa de auxina, el enraizamiento aumenta grandemente.
- Aquellas en que falta la actividad de una o más de los cofactores internos, aunque la auxina natural puede o no estar presente en abundancia. Con la aplicación externa de auxina se obtiene enraizamiento.

Generalmente, estas estacas son obtenidas de especies leñosas, siempre verdes y de hoja ancha, enraízan más fácilmente que las anteriores, pero demoran más que las herbáceas

Las estacas de madera suave por lo general enraízan con mayor facilidad y rapidez que las de otros tipos pero requiere más atención y equipamiento; además, estos requieren de un mínimo de área foliar.

Para el enraizamiento de estacas hay presentes amplias cantidades de cofactores de ocurrencia natural, pero en que la auxina es limitante. Con la aplicación externa de auxina, el enraizamiento aumenta grandemente. Aquellas en que falta la actividad de una o más de los cofactores internos, aunque la auxina natural puede o no estar presente en abundancia, (Hartmann, et al., 1995).

(Hartmann, et al., 1995). Manifiestan que por lo general, las estacas de madera suave constan de la hoja, un segmento de tallo y una yema axilar, quedando demostrado que enraízan con mayor facilidad.

Las funciones fundamentales de los sustratos o medios de enraizamiento son de fijar las raíces protegiéndolas de la luz y de los cambios térmicos, manteniendo en torno a ella un adecuado grado de humedad y funciona como depósito de sustancias nutritivas, (Garate, 2010).

Para que se formen las raíces, durante los primeros 3 o 4 días de que se realice la estaca es necesaria la presencia de un ápice (o una yema lateral) en crecimiento activo; una estaca sin yema no forma raíz aunque se trate con una preparación rica en auxina, (Soto, 2004).

(Soto, 2004), desde hace mucho se demostró que la cantidad de alguna o algunas sustancias formadoras de raíces, distintas a las auxinas, de ocurrencia natural, todavía no identificadas pero esenciales para la formación de raíces puede ser abundante en algunas plantas y escasas o aun inexistentes en otras y además (Sampat, 2000), dice que las raíces sufren cambios morfológicos y fisiológicos, según la especie vegetal, como reacción a la aireación del suelo.

1.6.2. Condiciones nutricionales de la planta madre

La nutrición de la planta madre ejerce una fuerte influencia en el desarrollo de raíces y tallos de las estacas. Los factores internos, tales como el contenido de

auxina, de cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos pueden influir en la iniciación de las raíces de las estacas (Hartmann, et al., 1995).

(Díaz, 1994). Menciona que probablemente, esto se debe al mayor contenido de sustancias de reserva de la estaca, las que intervienen en el proceso de formación de raíces.

En la propagación vegetativa de especies forestales, (Soto, 2004) indica que, las estacas de 3 a 6 cm son apropiadas con diámetros de 3 a 6 mm, dentro de este rango las estacas más gruesas son preferibles, normalmente los entrenudos son suficientemente largos para permitir estacas con la longitud recomendada. Se deben evitar estacas de menos de 3 cm de longitud.

1.7. LA RIZOGENESIS

La rizogénesis es el desarrollo de las raíces adventicias. Desde el punto de vista anatómico, consiste en la organización de iniciadores radiculares que se transforman en primordios radiculares, éstos en condiciones adecuadas crecen, atraviesan la corteza y salen al exterior mientras que en el interior se conexionan con el sistema conductor de la estaca (Biloni, 1998).

La diferenciación y emisión de primordios radiculares, suele venir acompañado del proceso de callogénesis en la base de la estaca que impide el acceso de patógenos al interior de la estaca pero no influye de ningún otro modo en el proceso de la rizogénesis (Díaz, 1994).

1.7.1. Factores que influyen en la rizogénesis

Entre los más importantes destacaremos: la genética, el medio, la fisiología y las hormonas de crecimiento (Panella, 1992).

1.7.1.1. Influencia Genética

La capacidad rizogénica es genética ya que varía según especies y variedades, algunas enraízan muy fácilmente porque tienen preformados los primordios radiculares como es el caso del 1.103-P, en otras variedades, por ejemplo el 110-R, el enraizamiento de las estacas puede ser satisfactorio aun cuando los iniciadores radiculares no están preformados, pero es preciso que se formen en un tiempo determinado para impedir que se presenten procesos fisiológicos competitivos con la rizogénesis como es el caso de la apertura de yemas caulinares (Tortorelli, 1996).

1.7.1.2. Influencia del medio

El oxígeno es necesario para la formación y desarrollo de las raíces pues son incapaces de subsistir en un medio anaerobio, aunque si son capaces de nacer en el agua si es renovada frecuentemente (Leakey, 1991).

La Temperatura óptima, (24-28 °C) induce la formación de raíces, activando a la vez las divisiones celulares y la rapidez de hidratación de las estacas. A bajas temperaturas (a partir de 10° C), las raíces se pueden formar pero muy lentamente, a medida que la temperatura aumenta hasta el óptimo antes citado la capacidad rizogénica es máxima en lo que concierne a la temperatura, hasta llegar a un máximo de 35° C a partir del cual la emisión de raíces es nula (Panella, 1992).

La Humedad es un factor muy importante en el enraizamiento. Las raíces jóvenes contienen un 95% de agua y las adultas aproximadamente un 60%. Según Staehelin 1954, el desecamiento de las estacas puede provocar lesiones irreversibles en el citoplasma, por lo que se hace imprescindible mantener una humedad suficiente en la conservación de las estacas pero sin excesos para no provocar la asfixia y podredumbre. Una pérdida de agua superior al 20% provoca daños irreversibles; incluso una rehidratación antes de la plantación en vivero no permite poner en marcha el proceso de la rizogénesis (Leakey, 1991).

Los ensayos de Bouard 1966, sobre UnigBlanc, muestran que las raíces solo se forman sobre la porción de estaca que está en contacto con aserrín húmedo. La rizogénesis está ligada a una modificación local del metabolismo y no a un estado particular del ensamblaje de la estaca. Estas tres condiciones del medio: oxigenación, temperatura y humedad, deben coordinarse al mismo tiempo para que las raíces puedan desarrollarse correctamente (Piretell, 1995).

1.7.1.3. Influencia Fisiológica

1.7.1.3.1. Yemas y hojas

La presencia de una yema es indispensable desde el punto de vista morfológico, como ya hemos indicado, pero la yema tiene además un papel fisiológico conocido después de la experiencia de Van Der Lek (1925), mostrando su estimulación, al igual que al agua caliza y a la oscuridad. Julliard (1993), ha estudiado el comportamiento de las estacas evolucionando hacia la luz, a la oscuridad, con incisión anular (Morales, 1995).

La yema ha dado un efecto estimulante sobre la rizogénesis que se manifiesta desde su hinchamiento y su prolongación al menos tres semanas, lo que explica de aparición de raíces antes del desborre. Sin embargo, desde el punto de vista del crecimiento juega un papel importante. En efecto, según Bouraf 1966, la acción de la yema es debida a la emisión de una auxina, capaz de provocar una estimulación en función de su concentración y encaminada hacia la base de la estaca.

Esta sustancia está sometida a la acción de la gravedad. Las estacas colocadas horizontalmente no se enraízan más que en la parte inferior; el transporte se efectúa por el líber, no hay emisión de raíces bajo la incisión anular (Ríos, 2000).

Otro factor complementario son los carbohidratos que están localizados en la base del tallo a nivel del asiento rizogénico (cambium) y también están en las ramas verdes. Por consecuencia la rizogénesis necesita la presencia de dos factores

auxinas y carbohidratos siendo posible tener las raíces en cualquier punto de la base de la estaca a condición de que las auxinas se puedan revelar (Miranda, 1995).

1.7.1.3.2. Longitud de la estaca

Después de los ensayos de Julliard, el número de raíces es mayor cuanto mayor es la longitud de las estacas, es decir, con el número de yemas conservadas, estos resultados están en desacuerdo por los obtenidos por Bouard (1966), donde las estacas más pequeñas (a una yema) dan lugar a una mayor cantidad de tejidos nuevos y se concluye que una gran cantidad de reservas no son indispensables para la rizogénesis (Fanlo, 2000).

1.7.1.3.3. Calidad de madera

Bouard 1967, estudió los fenómenos rítmicos de crecimiento demostrado que la Producción de estacas a partir de un sarmiento varía con la calidad de la yema por la longitud del tallo y a la vez, la emisión de raíces por la calidad de las yemas y la calidad de los entrenudos (Cerón, 2003).

1.7.1.3.4. Época de corte

La época de cortar las estacas también influye, en los ensayos de Julliard, las estacas de Chasselas cortadas antes de la caída de las hojas, producen espontáneamente numerosas raíces, más que si se cortan un mes más tarde. Únicamente difiere en la presencia de auxina, por ello tiene interés la estaca de otoño (Cozzo, 1999).

1.7.1.3.5. Sustancias de reserva

Las sustancias de reservas acumuladas en las estacas tienen un papel importante puesto que para una misma cepa el porcentaje de enraizamiento del estaquillado

aumenta a medida que aumenta la riqueza en almidón, que se puede controlar fácilmente con el método de rectificación con alcohol yodado.

Dentro de un mismo sarmiento las estacas, por lo general, se realizan cortando varias porciones de madera dentro de un mismo sarmiento. En ocasiones se ha observado variación en la producción de raíces y en muchos casos el mayor porcentaje se obtiene en estacas procedentes de la porción base del sarmiento. Esto se debe a que en la composición química de esos ramos hay grandes diferencias de la base al extremo: En otros ensayos no se han encontrado diferencias significativas entre material procedente de distintas partes del sarmiento (Brownles, et al., 1998).

Para (Brownles, et al., 1998) el papel de las reservas es secundario en la emisión de raíces que depende sobre todo de los carbohidratos y las auxinas, para él no existe relación evidente entre el porcentaje de glúcidos totales y la aptitud a la rizogénesis (por ejemplo en el caso del estaquillado en verde con las ramas pobres en reservas).

Sin embargo reconoce que las reservas tienen un papel importante en las posibilidades de supervivencia de la estaca y son utilizadas para el crecimiento de jóvenes raíces y para la yema en vías de crecimiento tanto que la fotosíntesis realizada por la planta joven no es suficiente (Brownles, et al., 1998).

1.7.1.3.6. Polaridad

Mantener la polaridad de las estacas es fundamental, se puede plantar verticalmente o con cierta inclinación, pero nunca de forma invertida. Las estacas invertidas enraízan más tarde, más lentamente y las raíces se forman en zonas no habituales como el vértice y a lo largo del entrenudo.

Estos efectos causados por la inversión de la polaridad sobre la capacidad de enraizamiento están relacionados con modificaciones en el contenido total de

carbohidratos solubles y de auxinas en las diferentes fases de la formación de raíces (Fanlo, 2000).

1.7.1.4. Influencia de las hormonas de crecimiento

El crecimiento de la planta está condicionado a la absorción de sustancias minerales tomadas por las raíces del suelo así como por la cantidad de glúcidos sintetizados en las hojas. Pero después de algunos años se pone de manifiesto que el crecimiento depende también de sustancias químicas que se utilizan a muy bajas concentraciones, estas son las llamadas hormonas vegetales o fitohormonas. Son producidas por las células apicales de la yema y por las hojas jóvenes en vías de crecimiento que se transportan a través de toda la planta. Es así como se ha demostrado que el crecimiento de las raíces de tomate está controlado por tres sustancias pertenecientes al grupo de las vitaminas: Tiamina (B1), Piridosina (B6) y ácido nicotínico. Estas sustancias están sintetizadas por las hojas jóvenes y son transportadas a las raíces donde intervienen reacciones enzimáticas (Rodríguez, et al., 2002).

1.7.1.4.1. Auxinas

Esta sustancia sirve no solo para controlar la elongación de los tallos, sino también para coordinar la actividad cambial. La puesta en evidencia de una excitación química en una elongación celular es debida a PAAL 1919, quien a continuación de los trabajos de Darwin 1980, estudió el coleóptilo de la avena. Después en 1925, Went llegó a la dosificación cuantitativa estableciendo que la curvatura del coleóptilo era proporcional a la cantidad de hormona (Ruiz, 1998).

La Auxina Acido B - indol Acético (AIA) fue descubierta en 1934, que es la auxina natural (hormona) de todas las plantas y se forma a partir del triptófano por varias vías metabólicas, principalmente se produce en el meristemo de los brotes, desde donde viaja a otras partes de la planta favoreciendo así la formación de raíces, está auxina se encuentra presente en mayor o menor grado en las plantas.

Esta auxina también se encuentra en la orina de los animales y del hombre (8 - 18 mg/día). Se puede favorecer la emisión de raíces mojando las estacas en el purín e introduciendo 1 grano de avena hendido en el talón de la estaca. (El grano al germinar, suministra la auxina). Actualmente se conocen varias fitohormonas con propiedades análogas como son el Ácido Fenilacético (APA), Acido Naftalenacético (ANA) y el Ácido Indolbutírico (IBA). El transporte de la auxina en las plantas es polarizado, es decir, que se efectúa desde el ápice hacia la base a la velocidad de 50 mm/h pero no en sentido inverso (Bilioni, 1998).

1.8. ORIGEN DE LAS RAÍCES

1.8.1. Características botánicas

Los meristemos de raíz se distinguen en varias categorías según su origen. Los meristemos laterales de la raíz principal se forman de una manera en condiciones naturales. Los meristemos adventicios son producidos por órganos diversos, (tallos, tubérculo, bulbo, hoja, etc.) ya sea espontánea o accidentalmente, como consecuencia de una herida. Los meristemos neoformados en el seno de un callo, en cultivo in vitro pueden ser considerados como un caso particular de meristemos adventicios (Díaz, 1994).

1.8.2. Etapas de la formación del meristemo de raíz

La neoformación de los meristemos de raíz (como también de los meristemos de tallo) resulta siempre de una des-diferenciación celular provocada. Que conduce a la producción de células meristemáticas primarias y a la organización de un esbozo meristemático. La des - diferenciación procede por etapas sucesivas, según la naturaleza de tejido original (células pericíclicas, células liberianas, parenquimatosas o cámbiales) existen diversas modalidades entre ellas (Cerón, 2003).

1.8.3. Concepto de una rizocalina específica

Según investigaciones realizadas la neoformación de raíces sería desencadenada por la acción de una sustancia móvil sintetizada por las hojas, y que emigraría de una manera polarizada hacia la base del tallo. Esta sustancia hipotética, específica de la Rizogénesis, debería denominarse "rizocalina" y sería transportada por el floema y acumulada en las yemas, los cotiledones y las semillas (Garciduenas, 1992).

1.8.4. Formación de la raíz

Al referirse al desarrollo anatómico de las raíces en la estaca, dice que en general, el origen de la mayoría de las raíces en las estacas de la rama se encuentra en grupos de células que pueden volverse meristemáticas y las cuales se encuentran localizadas justamente afuera y entre los ases vasculares. Estos pequeños grupos de células continúan dividiéndose formando grupos de muchas células pequeñas, las cuales se convierten en los nuevos primordios radiculares. Este es pues el principio de las raíces adventicias; luego la punta de la raíz sigue creciendo hacia fuera a través de la corteza y la epidermis (Hans, 2001).

1.8.5. Formación del callo

La formación del callo de la raíz a veces después de que las estacas han sido hechas y colocadas en condiciones favorables para el enraizamiento, se forma una capa de callo en el entorno basal de la estaca. Esta es una masa irregular de células del parénquima en varios estados de significación. Este crecimiento del callo se origina de las células de la región del cambium vascular y el floema adyacente aunque varias células de la corteza y de la medula pueden contribuir a su formación. Con frecuencia, las primeras raíces aparecen a través del callo, conduciendo a la creencia de que la formación del callo es esencial para el enraizamiento. Sin embargo desde hace mucho que se sabe que la formación del callo y la formación de la raíz son independientes entre sí, aunque con frecuencia

ocurre simultáneamente ya que el desarrollo de ambas depende de condiciones internas y ambientales similares. La producción de callos puede ser benéfica en plantas que enraízan despacio debido a que proporcionan una capa protectora que retarda el desarrollo de la pudrición. Por otra parte la capa del callo a veces puede interferir con la absorción del agua de la estaca (Heede, 1991).

Cuando se hace una estaca, las células vivientes que están en la superficie cortadas, son lesionadas quedando expuestas las células muertas y conductoras del xilema. El proceso subsiguiente a la cicatrización y regeneración ocurre en tres pasos:

- Al morir las células externas lesionadas, se forma una placa necrótica que sella la herida con un material suberoso (suberina) y tapa el xilema con goma. Esta placa protege las superficies cortadas de la desecación.
- Después de unos cuantos días, las células que están detrás de esa placa empiezan a dividirse y se puede formar una capa de células del parénquima.
- En ciertas células próximas al cambium vascular y al floema se empiezan a iniciar raíces adventicias (Leakey, 1991).

1.8.6. Brotación de yemas

Las yemas formadas en las axilas de las hojas, en la mayoría de los casos, permanecen inactivas, en tanto la yema apical presenta crecimiento activo; esta dominación disminuye conforme la yema apical, por el mismo hecho del crecimiento, se aleja de las yemas laterales. Lo mismo ocurre si se elimina la yema apical (tira sabia en patrones de rosas), comenzando la yema apical a desarrollarse, a la vez que adquiere la capacidad de suprimir el desarrollo de las yemas axilares que quedan debajo de ella. El efecto inhibido de la yema terminal o del tallo principal sobre el crecimiento y desarrollo de las yemas laterales, recibe el nombre de dominancia apical (Latorre, 1992).

Se han emitido diversas teorías para aplicar este fenómeno. La más antigua es la teoría nutricional, según la cual los nutrientes se difundirían preferentemente hacia la yema apical porque siendo este el punto donde se inició el crecimiento (meristemo apical del embrión) es donde más pronto se gastaron los nutrientes y empezaron a fluir ahí por gradiente; una vez puesto en marcha, el proceso seguiría por sí mismo: crecimiento - depleción de nutrientes - afluencia de nutrientes - crecimiento. El descubrimiento de las hormonas, antecedido por experiencias que indicaban la presencia de factores de correlación difusible, llevó a la proposición de teoría hormonal que hoy es innegable, discutiéndose el papel relativo de la auxina, que parece ser la principal hormona responsable, de la giberelina cuyo papel está entredicho de la citoquinina de los inhibidores de crecimiento (Leakey, 1991).

1.9. SUSTRATOS

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Johnson, et al., 1998).

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (estacas), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. (Johnson, et al., 1998).

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

a. Propiedades físicas

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio) (Ansorena, 1995).

b. Propiedades químicas

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición (Ansorena, 1995).

c. Otras propiedades.

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo coste.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales (Ansorena, 1995).

A continuación veremos una descripción general de algunos sustratos naturales:

1.9.1. Tierra negra

La mejor tierra de siembra es la tierra negra con buen drenaje. ("tierra negra" en portugués) es un término que se utiliza para referirse a un tipo de suelo oscuro y fértil encontrado en la cuenca del Amazonas. También se le denomina "tierra negra del Amazonas", "tierra negra antropogénica", o "tierra negra india", aportando cada expresión un matiz diferente. Los suelos de tierra presentan también cantidades de nutrientes más altas que las de los suelos que les rodean, debido a que su mejor retención hace que no sean fácilmente lavados por el agua pluvial o de riego (Sampat, 2000).

La tierra negra ó suelos orgánicos: se caracterizan por mantener la micro y macro fauna en equilibrio, bajos niveles de salinización, alta capacidad de intercambio catiónico, mantienen una estructura física que permite la circulación del agua y la aireación de forma permanente, en la superficie se mantiene la capa orgánica y hay presencia del ciclo del humus, hay equilibrio entre las propiedades físicas y químicas, su capacidad de formar quelatos es muy superior, son suelos autónomos ya que tienen altas reservas nutricionales (Padilla, 2000).

Otros suelos en el país son "negro andino" aquellos que se encuentra de 3000 a 4000 msnm, en donde se presentan desde áreas montañosas hasta grandes llanuras suavemente onduladas. Además indica que estos suelos son francos con 100 al 200% de retención de agua y se los localiza en las vertientes de las cordilleras con pendientes de suaves a fuertes. Los suelos derivados de cenizas volcánicas se clasifican como andes, un suborden de los inceptisol, este fue un intento de definir suelos que previamente fueron llamados ando soles. Algunos científicos del suelo consideraron que esta clasificación es inadecuada y propusieron el orden andeseles para suelos con materiales volcánicos elásticos. La propuesta del concepto central de un andisol fue la siguiente (Padilla, 2000):

Suelos desarrollados en materiales volcánicos elásticos
Complejo de cambio dominado por compuestos amorfos de Al, Si y Humus
Densidad baja
Carga permanentemente baja
Carga variable alta
Fijación de fósforo alta
Porcentaje de carbono alto
Retención de agua alta (depende de la textura)
Inusual toxicidad de aluminio

Las propiedades más importantes del suelo, como la retención de humedad, reserva de bases intercambiables, capacidad de suministro de nitrógeno, azufre y otros elementos nutritivos a las plantas, aireación estabilidad estructural, etc., depende marcadamente de la cantidad de materia orgánica (Agenjo, 1994).

1.9.2. Pomina o cascajo

El cascajo se lo ha llamado también “tuf”, el mismo que puede poseer un diámetro de partículas apropiadas para el cultivo de rosas (de 0 a 8 mm). Existen 2 clases de cascajo, el blanco y el negro o marrón; en caso de usar el blanco conviene revisar si no se liberan elementos pesados en un pH cercano a 3, en este caso no es útil. La pomina, químicamente está constituida en su mayor parte por bióxido de magnesio y sodio en forma de óxidos. Se obtiene de minas y se clasifica por cribado en diferentes tamaños. El cascajo aumenta la aireación y el drenaje de las mezclas de sustratos y se lo puede usar solo o mezclado (Sampat, 2000).

La pomina es un material que proviene de la lava volcánica sometido a un proceso de modificación contextual mediante su sometimiento a temperaturas elevadas. Las partículas pequeñas conglomerados esponjosos son de 2 a 5 mm, de color blanco. Este material es muy ligero y con una gran capacidad de retención de agua (hasta 3 o 4 veces su peso) es un producto inerte, carente de elementos nutritivos que no es capaz de intercambiar Iones, ni influir en el pH. Se utiliza para preparar

mezclas de suelos artificiales, para sustratos de cultivos hidropónicos y para viveros e invernaderos de multiplicación en el enraizamiento de esquejes (Ortíz, 1992).

Esta es una roca volcánica gris o blanca, que originalmente, se hizo espuma debido a los gases, que le proporcionaron una textura esponjosa y porosa. Las partículas del tipo usado en propagación tienen de 1.5 a 3.1 mm de diámetro. Esas partículas tienden a estar selladas a un lado, la cual tiende a atrapar el aire impidiendo así que se sature de agua por completo. La piedra pómez es químicamente inerte y de reacción neutra (Padilla, 2000).

1.9.3. Aserrín - viruta de madera

Dado que el aserrín es un sustrato orgánico rico en carbono y pobre en nitrógeno, se debe considerar que cuando se irriga con la solución nutritiva se presenta frecuentemente un proceso de descomposición parcial de ésta por bacterias que utilizan principalmente el nitrógeno de la solución para su crecimiento, fijándolo temporalmente, lo que puede dar lugar a una deficiencia de este elemento en las plantas cultivadas en este sustrato.

Los aserrines y virutas suelen tener el problema del desconocimiento de su origen, lo cual implica un riesgo alto por la eventual presencia de compuestos tóxicos de la madera como taninos (Chulca, 1998).

Los aserrines y virutas son compuestos orgánicos, con una velocidad de descomposición que depende del tipo de madera y que ocasiona en este proceso un alto consumo de nitrógeno, generando deficiencias de este elemento para las plantas, cuando el suministro se hace a niveles normales en la solución nutritiva. Para que tenga un buen drenaje se deben buscar granulometrías comprendidas entre 3 y 8 mm. Han sido probados con éxito los aserrines de pino y eucalipto (Chulca, 1998).

El aserrín es un subproducto del aserradero; suele tener el problema del desconocimiento de su origen, lo que implica un riesgo por la eventual presencia de compuestos tóxicos de la madera, por lo cual es necesario darle un completo lavado con agua dulce antes de usarlo. Para que tenga un buen drenaje se deben buscar granulometrías comprendidas entre 3 y 8 mm. Han sido probados con éxito los aserrines de coníferas (Chulca, 1998).

En Portugal un grupo de investigadores demostró la efectividad de la corteza de pino y eucalipto como sustitutos de la zeolita en calidad de intercambiadores iónicos vegetales para la fertilización del suelo, composteada con otros compuestos (Guedes de Carvalho, 1994).

En nuestro país también se han realizado trabajos encaminados a demostrar la efectividad de estos residuos forestales con fines agrícolas. En el Instituto de Investigaciones Forestales, por ejemplo, obtuvieron un abono orgánico a partir de residuos boscosos, cepas microbiológicas y agentes químicos (Harewood, 1989).

1.10. MARCO CONCEPTUAL

AUXINA: Hormona vegetal que ocasiona el crecimiento de las plantas por elongación celular.

AXONOMORFA: Raíz formada por un eje principal del que derivan otras raíces secundarias.

DEHISCENTE: Dicho de un fruto: Cuyo pericarpio se abre naturalmente para que salga la semilla.

ENRAIZANTE: Bioestimulante que promueve la actividad de la planta que se traduce en un mejor desarrollo de raíces y un crecimiento más rápido.

ESTACA: Rama verde de aproximadamente 30 cm, que se clava en la tierra para que emita raíces.

LATEX: Jugo propio de muchos vegetales, que circula por los vasos laticíferos. Es de composición muy compleja y de él se obtienen sustancias tan diversas como el caucho, la gutapercha, etc. El de ciertas plantas es venenoso, como el del

manzanillo; el de otras muy acre, como el de la higuera común; el del árbol de la leche es dulce y utilizable como alimento.

MELIFERA: Árbol o arbusto que contiene o lleva miel, sustancias azucaradas.

MERISTEMO: Tejido embrionario formado por células indiferenciadas, capaces de originar, mediante divisiones continuas, otros tejidos y órganos especializados.

PRIMORDIOS: Estadio inicial de desarrollo de un órgano vegetal como: hojas, tallos, flores, raíces.

PROPAGACIÓN: Proceso de reproducción ya sea por medios naturales o artificiales,

RAÍZ: Es un órgano vegetal generalmente subterráneo carente de hojas, que crece en dirección inversa al tallo, cuyas funciones principales son la fijación de la planta al suelo, la absorción de agua y sales minerales.

RIZOGENESIS: Desarrollo de las raíces adventicias. Desde el punto de vista anatómico, consiste en la organización de iniciadores radiculares que se transforman en primordios radiculares, éstos en condiciones adecuadas crecen, atraviesan la corteza y salen al exterior mientras que en el interior se conexionan con el sistema conductor de la estaca.

SALICINA: Glucósido cristizable, de color blanco, de sabor muy amargo, soluble en el agua y en el alcohol e insoluble en el éter. Se extrae principalmente por digestión en agua hirviendo, de la corteza del sauce o de las sumidades floridas de la reina de los prados, y se emplea en medicina como tónico.

SUSTRATO: Medio sólido en el cual se desarrolla el enraizamiento de estacas o partes de una planta para su propagación.

YEMA: Brote embrionario de los vegetales constituido por hojas o por esbozos foliares a modo de botón escamoso del que se desarrollarán ramas, hojas y flores (Edifarm, 2004).

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES

2.1.1. Material experimental

Estacas de las especies forestales:

- Aliso
- Álamo
- Lechero Rojo

Enraizantes químicos:

- Hormonagro (Ecuaquímica)
- Agrostemin. (Quifatex)

Enraizantes naturales:

- Extracto de sauce
- Extracto de Lechero.

Sustratos:

- Sustrato 1: Tierra Negra más Pomina
- Sustrato 2: Tierra Negra más Aserrín

2.1.2. Materiales de campo

Herramientas: Estacas, postes de madera, martillo, clavos, plástico de invernadero, sierra de cortar madera, tiras, alambre, grapas, piola, machete,

azadón, rastrillo, balanza de campo, flexo metro, jaba plástica, libro de campo, palas, excavadora, bomba de mochila, letreros, fundas plásticas y otros.

2.1.3. Materiales y equipos de oficina

Materiales: Lápiz, bolígrafos, hojas de papel bond, borrador, corrector, marcadores, resaltadores, carpetas, tijera y otros.

Equipos: Calculadora, computadora, impresora, flash memory y cámara fotográfica.

2.1.4. Recurso Humano

Tesistas: Susana Checa, Cristian Amores.

2.2. MÉTODO

- **Hipotético – deductivo**

La investigación fue de tipo hipotético - deductiva (aplicar, comprobar, demostrar) ya que se emplea un modelo estadístico, fue implantado el vivero con tres tipos de especies forestales: aliso, álamo y lechero rojo, para mejorar las condiciones agronómicas y obtener resultados óptimos, que permitan emitir conclusiones, recomendaciones en base a la experimentación, comprobación y demostración.

2.3. UBICACIÓN DEL ENSAYO

Esta investigación se realizó en la Hacienda Saguatoa propiedad del Sr. Oswaldo Amores cuya división política territorial es provincia de Cotopaxi, cantón Salcedo, parroquia Mulalillo a una longitud de 78°37'12" Oeste una latitud de 00°59'28" Sur a una altitud de 2850 m.s.n.m.

2.3.2. Condiciones Climáticas

Los límites altitudinales y de temperatura promedio anual son similares a la de la formación estepa espinosa montano bajo, con la diferencia que se registran precipitaciones entre los 500 y 1000 mm; la cota entre los 2800 y 3000 msnm.

En este lugar se presenta una temperatura promedio anual de 14.5 °C una precipitación anual de 500 - 1000 ml, una humedad relativa de 73.56 %, y una heliofanía de 145.53 horas sol / meses promedio anual.

2.4. FACTORES EN ESTUDIO

2.4.1. Especies forestales

a1 = aliso

a2 = álamo

a3 = lechero rojo

2.4.2. Enraizadores químicos y naturales

b1 = hormonagro

b2 = agrostemin

b3 = extracto de sauce

b4 = extracto de lechero

2.4.3. Sustratos

c1 = tierra negra + pomina

c2 = tierra negra + aserrín

2.4.4. Tratamientos

En la presente investigación se evaluaron veinte y cuatro tratamientos provenientes de la combinación de tres especies forestales, cuatro enraizantes y

dos sustratos; el resultado de esta investigación será la evaluación de la especie forestal que mejor se adapte a las condiciones de la zona como también a cada uno de los tratamientos.

CUADRO No.1

TRATAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN COMPARATIVA DE 3 ESPECIES FORESTALES CON DOS ENRAIZANTES QUÍMICOS Y DOS NATURALES CON DOS SUSTRATOS, (ETAPA DE ENRAIZAMIENTO)

MULALILLO- COTOPAXI 2011- 2012

TRATAMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
T1	a1b1c1	Aliso + hormonagro + sustrato 1
T2	a1b1c2	Aliso + hormonagro + sustrato 2
T3	a1b2c1	Aliso + agrostemin + sustrato 1
T4	a1b2c2	Aliso + agrostemin + sustrato 2
T5	a1b3c1	Aliso + ext. sauce + sustrato 1
T6	a1b3c2	Aliso + ext. sauce + sustrato 2
T7	a1b4c1	Aliso + ext. lechero + sustrato 1
T8	a1b4c2	Aliso + ext. lechero + sustrato 2
T9	a2b1c1	Álamo + hormonagro + sustrato 1
T10	a2b1c2	Álamo + hormonagro + sustrato 2
T11	a2b2c1	Álamo + agrostemin + sustrato 1
T12	a2b2c2	Álamo + agrostemin + sustrato 2
T13	a2b3c1	Álamo + ext. sauce + sustrato 1
T14	a2b3c2	Álamo + ext. sauce + sustrato 2
T15	a2b4c1	Álamo + ext. lechero + sustrato 1
T16	a2b4c2	Álamo + ext. lechero + sustrato 2
T17	a3b1c1	Lechero rojo + hormonagro + sustrato 1
T18	a3b1c2	Lechero rojo + hormonagro + sustrato 2
T19	a3b2c1	Lechero rojo + agrostemin + sustrato 1
T20	a3b2c2	Lechero rojo + agrostemin + sustrato 2
T21	a3b3c1	Lechero rojo + ext. sauce + sustrato 1

T22	a3b3c2	Lechero rojo + ext. sauce + sustrato 2
T23	a3b4c1	Lechero rojo + ext. lechero + sustrato 1
T24	a3b4c2	Lechero rojo+ ext. lechero + sustrato 2

Elaborado por: Los autores

2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta investigación se aplicó un diseño estadístico de BLOQUES COMPLETOS AL AZAR (DBCA) con un arreglo factorial (3 x 4 x 2), con tres repeticiones, sin testigo.

CUADRO No. 2

ADEVA PARA LA EVALUACIÓN COMPARATIVA DE 3 ESPECIES FORESTALES CON DOS ENRAIZANTES QUÍMICOS Y DOS NATURALES CON DOS SUSTRATOS, (ETAPA DE ENRAIZAMIENTO) MULALILLO-COTOPAXI 2011- 2012

Fuentes de Variación	G. L.
Total	71
Tratamientos	23
Especies forestales (a)	2
Enraizantes (b)	3
Sustratos (c)	1
Especies x enraizantes (a x b)	6
Especies x sustratos (a x c)	2
Enraizantes x sustratos (b x c)	3
Especies x enraizantes x sustratos (a x b x c)	6
Repeticiones	2
Error Experimental	46

Elaborado por: Los autores

2.6. UNIDAD DE ESTUDIO

Se utilizó una unidad experimental de 50 individuos por tratamiento, por 24 tratamientos se tiene un subtotal de 1200 estacas por repetición, por 3 repeticiones el total es 3600 unidades; es decir se utilizó 1200 estacas de cada especie forestal; para lo cual construimos un umbráculo de plástico de 12m de largo x 4m de ancho, dando un área de 48 metros cuadrados. La parcela neta de cada tratamiento es de 0.18 metros cuadrados, utilizando una funda de 14cm de alto por 6cm de ancho.

2.7. INDICADORES A EVALUAR

2.7.1. Porcentaje de supervivencia de las estacas

Esta variable se midió una sola vez a los 90 días de plantadas las estacas, se contó las estacas que presentaron turgencia y vigorosidad en cada tratamiento para luego aplicar una regla de tres y sacar el porcentaje de estacas vivas.

2.7.2. Longitud de la raíz principal

Esta variable se evaluó a los 90 días después de realizada la siembra, se procedió a medir con una regla graduada en cm, la longitud de las raíces primarias de 15 plantas que corresponde al 30% de cada uno de los tratamientos evaluados, el resultado se lo expresó en centímetros (cm).

2.7.3. Número de brotes por estaca

Se contabilizó el número de yemas brotadas, a los 45 días después de haber sembrado las estacas, para lo cual se tomó en cuenta el 30% de las estacas al azar, de cada uno de los tratamientos evaluados.

2.7.4. Promedio de hojas por estaca

Para esta variable se contó el número de hojas por estaca, se evaluó el 30% de estacas de cada uno de los tratamientos, se lo realizó a los 90 días de instalado el ensayo.

2.7.5. Longitud del brote

Se midió la longitud de los brotes empleando el 30% de estacas de cada uno de los tratamientos, y los promedios se lo expreso en centímetros. Esta variable se evaluó a los 90 días de instalado el ensayo.

2.7.6. Peso de raíz

Esta variable se evaluó a los 90 días de instalado el ensayo, se empleó el 30% de estacas de cada uno de los tratamientos evaluados. Luego se procedió a lavar la raíz y tomar su peso en una balanza analítica, su promedio se lo expreso en gramos.

2.7.7. Número de plantas comerciales

Se contabilizaron el número de plantas de cada uno de los tratamientos evaluados, los cuales estuvieron aptos para la comercialización. Esta variable se evaluó al final de la investigación.

2.8. MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO

2.8.1. Construcción del umbráculo

Se realizó con materiales de la zona; con la madera construimos un invernadero de 12m de largo por 4m de ancho, dándonos un total de construcción de 48m², se colocó plástico transparente, en la parte superior se utilizó sarán para mantener las

estacas recién plantadas en sombra, se instaló un sistema de riego por microaspersión, y se elaboraron camas bajo nivel en las cuales se ubicaron las fundas con el sustrato y se procedió a la siembra directa de las estacas en las mismas.

2.8.2. Preparación de los sustratos

Los sustratos utilizados dentro de esta investigación estuvieron compuestos de dos materiales, tierra negra + pomina y tierra negra + aserrín. En una proporción 1:1, para lo cual se procedió a:

- Se empleó 375 kilos de tierra negra + 375 kilos de pomina para el sustrato 1 y 375 kilos de tierra negra + 375 kilos de aserrín para el sustrato 2.
- Una vez que se pesó los dos materiales principales se procedió a mezclarlos de manera homogénea.
- Esta mezcla se procedió a humedecerla hasta llegar a una humedad que no exceda la capacidad del sustrato.
- En el momento de humedecer el sustrato se realizó la desinfección de los sustratos.
- Finalmente se procedió al llenado en las fundas con el sustrato para luego realizar la plantación.

2.8.3. Desinfección del sustrato

Esta labor se la realizó para evitar problemas fitosanitarios que afecten la eficacia de los enraizadores tanto químicos como naturales, con Vitavax 300 a 1 cc/litro, además a esta solución se le añadió 2.5 kilogramos de cal (carbonato de calcio) en 200 litros de agua (Velasategui, 2005).

2.8.4. Obtención de estacas

Las estacas se recolecto de árboles establecidos en diferentes lugares de la provincia. Para la obtención de las estacas se eligieron ramas bien desarrolladas,

que tenían un diámetro entre 7 - 15 milímetros para aliso, lechero rojo y álamo, además las estacas no presentaban signos de enfermedades ni rotura.

Se cortaron estacas de 25 a 30 cm. de largo. La punta de la estaca se corta en bisel justo por encima de la yema y el extremo inferior se cortó en horizontal y bajo la yema.

Se realizó la recolección del material vegetativo (estacas) de cada una de las especies forestales, para posteriormente eliminar hojas y brotes y así evitar la excesiva transpiración que podría secarlas.

2.8.5. Desinfección de las estacas

Para la desinfección de las estacas se usó el desinfectante químico vitavax 300.

En un recipiente se colocó 100 litros de agua.

Se añadió 100 g de Vitavax 300 y se procede a mezclar.

Se sumergen las estacas dentro de la solución por 5 minutos.

Se las expone al ambiente para que se sequen.

Luego se procede a la aplicación directa de los enraizantes químicos y naturales.

2.8.6. Preparación de los extractos naturales (enraizantes)

Se procedió a coger una buena cantidad de hojas y tallos de sauce y lechero.

Cada una de las especies se procedimos a lavar, machacar y ubicar en una tela limpia para exprimir el zumo en un envase de vidrio la cantidad de 5000 cc de cada extracto natural.

2.8.7. Aplicación de los enraizantes químicos y naturales

La aplicación de los enraizantes químicos y naturales se la hace de forma directa.

Los enraizantes químicos se aplicaron de acuerdo a la dosis que se indicaba en cada una de las etiquetas. Los extractos naturales se aplican directamente en la parte inferior de cada una de las estacas.

2.8.8. Siembra de las estacas

Una vez que se realiza todos los procesos anteriores, finalmente se procede a la siembra de las estacas.

2.8.9. Deshierbas

Esta labor se la realizó a los 30 primeros días, después de realizada la siembra y las deshierbas posteriores con frecuencia de 15 días, esta actividad se la realizó limpiando tanto las camas bajas como las fundas de las estacas.

2.8.10. Control Fitosanitario

Se utilizó cinco controles fitosanitarios preventivamente, el primero se realizó con el fungicida Tachigaren (himexazol), en dosis de 0.5 a 0.75 cc/litro, este fungicida sistémico es para el control de enfermedades del suelo (damping off), la segunda se la hizo con el fungicida Novak M 70% (tiofanato metil) en una dosis de 1 cc/litro, estas aplicaciones se las realizó vía drench y por aspersion de manera alternada, con una frecuencia de 15 días, para prevenir y controlar enfermedades causadas por hongos y bacterias. (DEAQ, 2012)

2.8.11. Riego

En este ensayo se utilizó un sistema de riego por aspersion e inundación. Para realizar los riegos se lo realizó de acuerdo a la capacidad de campo del suelo, para ello se observaron todos los días la humedad existente en el suelo y cuando hubo déficit, procedimos a los riegos.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. PORCENTAJE DE ESTACAS BROTADAS

A continuación tenemos el cuadro Análisis de la varianza para la primera variable que es el porcentaje de estacas brotadas:

CUADRO No.3

ANÁLISIS DE LA VARIANZA, PARA EL PORCENTAJE DE ESTACAS BROTADAS (%), EN LA EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZANTES QUÍMICOS Y DOS NATURALES EN TRES ESPECIES FORESTALES ALISO, ÁLAMO, LECHERO ROJO CON DOS SUSTRATOS, DURANTE LA ETAPA DE ENRAIZAMIENTO EN LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI. 2011 – 2012

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio
Total	71	
Tratamientos	23	2380.29 **
Especies forestales	2	2597.22 **
Enraizantes	3	116.50 Ns
Sustratos	1	60.50 Ns
Especies x enraizantes	6	160.45 Ns
Especies x sustratos	2	228.67 Ns
Enraizantes x sustratos	3	132.65 Ns
Especies x enraizantes x sustratos	6	94.37 Ns
Repeticiones	2	440.06 *
Error experimental	46	80.69
Coefficiente de variación	18.57%	

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 3, se puede observar alta significación estadística, para el factor especies forestales y tratamientos, mientras que las repeticiones presentaron significación estadística, esto se debe a que una de las repeticiones recibió menos luminosidad en comparación a las otras dos, debido a la ubicación del ensayo, ya que el umbráculo estaba cerca de una cortina de árboles.

Los demás factores no presentaron significación estadística. El coeficiente de variación fue 18.57%, y un promedio general de 48.36%.

CUADRO No. 4
PORCENTAJE DE ESTACAS BROTADAS (%), EN LA LOCALIDAD DE
MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012

Tratamiento	Promedio	Rango						
T19: a3b2c1	86.00	A						
T23: a3b4c1	86.00	A						
T21: a3b3c1	84.67	A						
T17: a3b1c1	83.33	A						
T18: a3b1c2	83.33	A						
T24: a3b4c2	82.67	A						
T20: a3b2c2	81.33	A						
T22: a3b3c2	76.00	A	B					
T14: a2b3c2	59.33	A	B	C				
T13: a2b3c1	50.67		B	C	D			
T9: a2b1c1	50.00		B	C	D	E		
T12: a2b2c2	44.00			C	D	E	F	
T16: a2b4c2	43.33			C	D	E	F	
T10: a2b1c2	42.67			C	D	E	F	
T11: a2b2c1	36.00			C	D	E	F	G
T15: a2b4c1	32.00			C	D	E	F	G
T5: a1b3c1	30.00				D	E	F	G
T8: a1b4c2	22.00					E	F	G
T1: a1b1c1	22.00					E	F	G
T7: a1b4c1	18.00						F	G

T4: a1b2c2	14.00	G
T3: a1b2c1	12.67	G
T2: a1b1c2	11.33	G
T6: a1b3c2	9.33	G
Promedio General	48.36	

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 4, según la prueba de Tukey al 5% en la variable de estacas brotadas se puede observar que los tratamientos en base de la especie forestal lechero rojo + enraizadores químico y naturales + sustrato presentaron igualdad estadística, y superior al resto de los tratamientos evaluados, excepto al T14 con un porcentaje de (59.33%), de Álamo + ext. sauce + tierra negra y aserrín, datos registrados en décima tercera semana de plantadas.

Según lo observado en esta investigación, comparando el porcentaje de brotación de las tres especies forestales, cuatro enraizantes + dos sustratos, se tiene que la especie forestal lechero rojo presentó mayor porcentaje de estacas brotadas en un promedio de 86% a 76%, esta alta brotación se debió a que las estacas del lechero rojo tuvieron mayor cantidad de yemas, lo que concuerda con lo que dice (Sanchez de Lorenzo-Cáceres, 2001) el lechero rojo se multiplica por esquejes y estacas con suma facilidad, y también puede multiplicarse por semillas en los lugares donde las produce; este en su trabajo de investigación obtuvo un promedio de 85% de estacas brotadas.

Seguido con un promedio de 53% - 32% tenemos a la especie forestal álamo, este no presentó una buena brotación en comparación con el lechero rojo, ya que la consistencia de sus estacas son mas leñosas y con pocas yemas, según lo observado durante el desarrollo del ensayo.

Ocasionalmente también se puede dar a partir de fragmentos de tallo o de raíz arrastrados por el agua. Artificialmente, la propagación se hace a partir de esquejes o estacas, los cuales enraízan con mucha facilidad. El chopo, como todas las salicáceas, es muy fácil de propagar de esta manera, cosa que se puede

interpretar como una adaptación a su hábitat, donde son frecuentes las riadas que lo pueden arrancar y romper (Díaz, 1994), el cual en la práctica obtuvo un promedio de 75% de estacas brotadas de la especie forestal álamo.

Y por último tenemos con un promedio de 30% - 9,33% a la especie forestal aliso, obtuvo un menor promedio debido a que tenía de 2 a 3 yemas por estaca, lo que hace difícil la propagación de esta especie, esto concuerda con lo manifestado por (Grijpma, 1995), en algunas partes de la sierra hay pequeñas experiencias de propagación del aliso por estacas comunes o simples. En general el prendimiento ha sido bajo y el desarrollo radicular de los plántones: inferior comparado con plántones producidos por semillas, al igual que ha sido lento el crecimiento de los brotes o nuevas guías. Lo mismo manifiesta (Japón Gualán, 2013) que en su vivero obtuvo un promedio de 55% de estacas brotadas en la especie forestal aliso, esto bajo sombra

(Latorre, 1992) Menciona que las yemas formadas en las axilas de las hojas, en la mayoría de los casos permanecen inactivas en tanto la yema apical presenta crecimiento activo.

CUADRO No.5

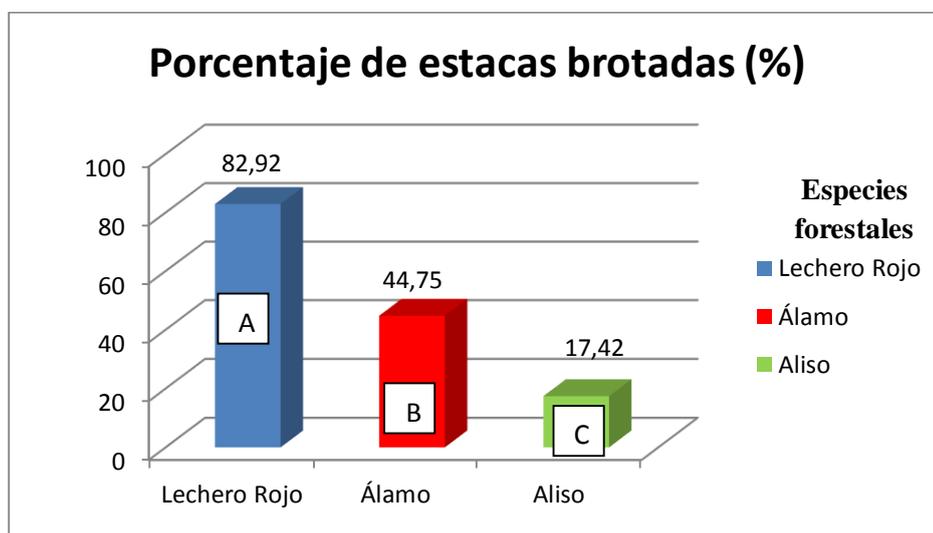
**PORCENTAJE DE ESTACAS BROTADAS (%), UTILIZANDO LAS
ESPECIES FORESTALES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO -
COTOPAXI, 2011 - 2012.**

Especies forestales	Promedio	Rango
Lechero rojo	82.92	A
Álamo	44.75	B
Aliso	17.42	C

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No.1

PORCENTAJE DE ESTACAS BROTADAS, UTILIZANDO LAS ESPECIES FORESTALES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO, 2011 – 2012.



Elaborado por: Los autores

La prueba Tukey al 5%, para especies forestales, obtuvo diferencia estadística en la variable brotación, la especie forestal lechero rojo presentó ser superior estadísticamente a las especies forestales álamo y aliso, en el cuadro 5, como podemos observar el lechero rojo reportó el mayor promedio de 82.92 ubicándose en el rango A, seguido del álamo con 44.75% con el rango B y finalmente el aliso con 17.42 de porcentaje de estacas brotadas con rango C.

Esta respuesta se debe a que la morfología de las estacas en las tres especies forestales es totalmente diferente, como podemos observar durante el ensayo, ya que las estacas de lechero rojo tenían un promedio de 10 - 15 yemas por cada una, seguido por el álamo que tenía un promedio de 5 - 10 yemas por estaca, y el aliso tenía un promedio de 2 - 3 yemas por estaca; por otra parte estos altos porcentajes de brotación en el lechero rojo es porque es una especie forestal de madera semidura que es de fácil propagación, que al ser propagado por estacas contiene reservas nutricionales y auxinas, por lo que concuerda con (Hartmann, et al., 1995), afirman aquellas en que los tejidos proporcionan todas las diversas

sustancias nativas, incluso auxina. Cuando se hacen las estacas y se les coloca en condiciones ambientales adecuadas, ocurre una rápida formación de raíces.

Como ya mencionamos anteriormente la causa de la significación estadística en repeticiones es debido a que el umbráculo estuvo ubicado cerca de una cortina de árboles.

3.2. LONGITUD DE RAÍZ

A continuación tenemos el cuadro Análisis de la varianza para la segunda variable que es la longitud de raíz:

CUADRO No. 6

ANÁLISIS DE LA VARIANZA, PARA LONGITUD DE RAÍZ (CM), EN LA EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZANTES QUÍMICOS Y DOS NATURALES EN TRES ESPECIES FORESTALES ALISO, ÁLAMO, LECHERO ROJO CON DOS SUSTRATOS, DURANTE LA ETAPA DE ENRAIZAMIENTO EN LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI. 2011 – 2012.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	
TOTAL	71		
TRATAMIENTOS	23	84.87	**
Especies forestales	2	881.72	**
Enraizantes	3	18.98	**
Sustratos	1	11.16	Ns
Especies x enraizantes	6	5.00	Ns
Especies x sustratos	2	13.55	*
Enraizantes x sustratos	3	6.68	Ns
Especies x enraizantes x sustratos	6	7.24	Ns
REPETICIONES	2	3.11	Ns
ERROR EXPERIMENTAL	46	3.63	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	29.25%		

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 6, al realizar el Análisis de Varianza, para longitud de raíz, presenta alta significación estadística para los tratamientos, especies forestales y los enraizantes. La interacción especies x sustratos presento significación estadística.

Los demás factores en estudio: sustratos, las interacciones especies por enraizantes, enraizantes por sustratos, especies por enraizantes y por sustratos, repeticiones no presentaron ninguna significación estadística. El coeficiente de variación es 29.25%.

CUADRO No. 7
LONGITUD RAÍZ (CM), EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO -
COTOPAXI, 2011 - 2012.

Tratamiento	Promedio	Rango			
T24: a3b4c2	17.50	A			
T22: a3b3c2	13.73	A	B		
T23: a3b4c1	13.73	A	B		
T21: a3b3c1	13.70	A	B		
T20: a3b2c2	13.56	A	B		
T18: a3b1c2	13.26	A	B	C	
T19: a3b2c1	11.81	A	B	C	
T17: a3b1c1	8.76		B	C	D
T16: a2b4c2	7.33			C	D E
T12: a2b2c2	5.62			D	E F
T13: a2b3c1	5.43			D	E F
T9: a2b1c1	5.27			D	E F
T14: a2b3c2	4.91			D	E F
T11: a2b2c1	4.55			D	E F
T15: a2b4c1	3.74			D	E F
T7: a1b4c1	1.97				E F
T8: a1b4c2	1.88				E F
T5: a1b3c1	1.80				E F
T1: a1b1c1	1.57				E F
T6: a1b3c2	1.33				E F

T10: a2b1c2	1.32	E	F
T2: a1b1c2	1.22		F
T4: a1b2c2	1.21		F
T3: a1b2c1	1.13		F
Promedio General	6.51		

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 7, aplicada la prueba de Tukey al 5%, para tratamientos se observó, alta significación estadística. Siendo el mejor tratamiento; T24 conformado por lechero rojo, extracto de lechero y tierra negra + aserrín, seguido del T22 y T21 compuesto por lechero rojo, extracto de sauce y tierra negra + aserrín con promedios de 17.50 y 13.73 cm. Mientras que los tratamientos que obtuvieron la menor longitud de raíz fueron el T4 (1.21 cm) compuesto por aliso, agrostemin y tierra negra + aserrín y el T3 (1.13 cm) compuesto por aliso, agrostemin y tierra negra + pomina.

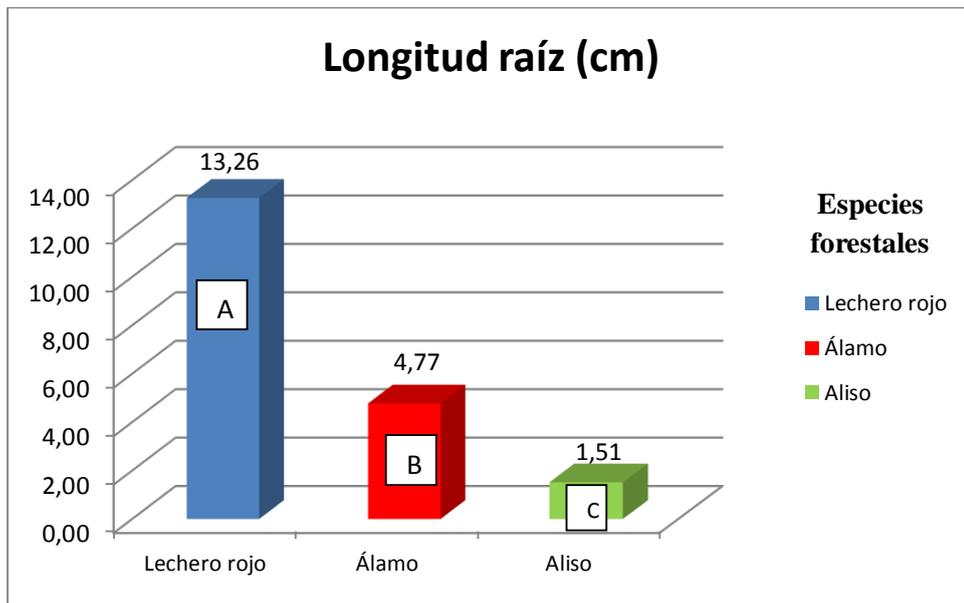
El mejor tratamiento para la especie forestal álamo es el T16 formado por álamo + extracto de lechero + tierra negra + aserrín con un promedio de 7.33 y para el aliso el tratamiento considerable es el T7 aliso + extracto de lechero + tierra negra + pomina con un promedio de 1.97cm. Con estos resultados podemos apreciar que el extracto de lechero actuó en el enraizamiento en las tres especies forestales, sobre todo en la elongación de la raíz. (Hartmann, et al., 1995), manifiesta que para el enraizamiento de estacas hay presentes amplias cantidades de cofactores de ocurrencia natural, pero en que la auxina es limitante. Con la aplicación externa de auxina, el enraizamiento aumenta grandemente. Aquellas en que falta la actividad de una o más de los cofactores internos, aunque la auxina natural puede o no estar presente en abundancia. (Cerón, 2003), estudió los fenómenos rítmicos de crecimiento demostrado que la Producción de estacas a partir de un sarmiento varía con la calidad de la yema por la longitud del tallo y a la vez, la emisión de raíces por la calidad de las yemas y la calidad de los entrenudos.

CUADRO No. 8
LONGITUD DE RAÍZ (CM), EN LA EVALUACIÓN DE ESPECIES
FORESTALES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 -
2012.

Especies forestales	Promedio	Rango
Lechero rojo	13.26	A
Álamo	4.77	B
Aliso	1.51	C

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No. 2
LONGITUD DE RAÍZ (CM), UTILIZANDO LAS ESPECIES FORESTALES,
EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO, 2011 - 2012.



Elaborado por: Los autores

En el cuadro 8, aplicada la prueba Tukey al 5%, en la variable longitud de raíz para especies forestales observamos que sus medias son diferentes estadísticamente. La especie forestal de lechero rojo es superior al resto de las especies evaluadas en multiplicación vegetativa por estacas. En el cual podemos

observar que la especie que tiene mayor promedio es el lechero rojo con un promedio de 13.26, seguido del álamo con 4.77 y aliso con 1.51, esta mayor longitud de raíz, es a las características genéticas de cada especies forestales y la edad de la vareta con lo que concuerda con **Leakey (1985)**. Citado por **(Soto 2004)**, los requisitos para la iniciación y la elongación de las raíces a menudo difieren, siendo el primero influido por la condición genética y estado fisiológico de la planta, mientras que el segundo es más sensible a los factores medio ambientales.

CUADRO No. 9

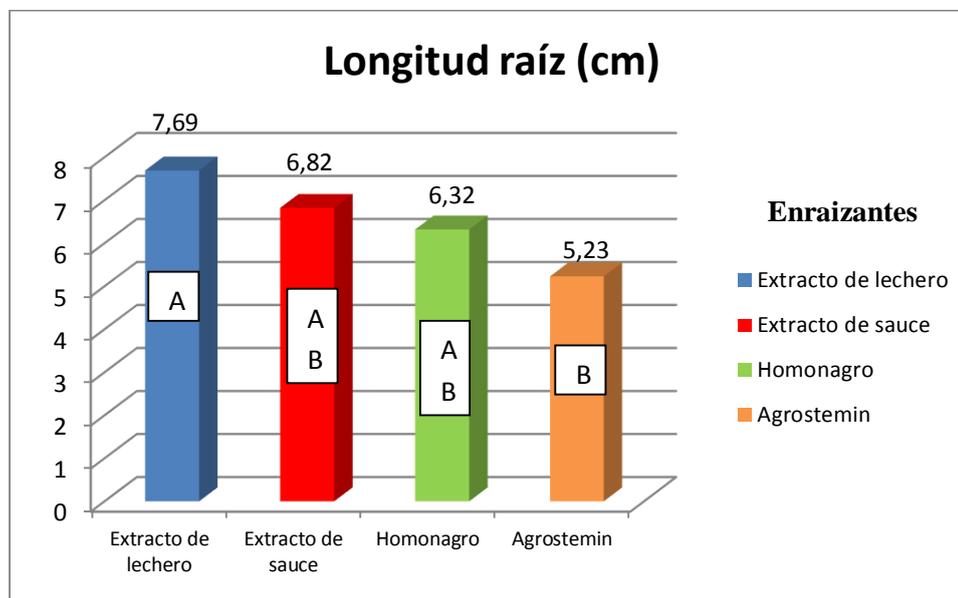
LONGITUD RAÍZ (CM), UTILIZANDO LOS ENRAIZANTES, EN LA
EVALUACIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN LA LOCALIDAD DE
MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012

Enraizadores	Promedio	Rango
Extracto de lechero	7.69	A
Extracto de sauce	6.82	A B
Hormonagro	6.32	A B
Agrostemin	5.23	B

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No. 3

LONGITUD DE RAÍZ (CM), UTILIZANDO ENRAIZANTES, EN ESPECIES FORESTALES EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO, 2011 - 2012.



Elaborado por: Los autores

En el cuadro 9, además también se aplicó la prueba Tukey al 5%, para enraizantes en la cual reportó alta significación estadística dejando como mejor enraizante al extracto de lechero con un promedio de 7.69 ubicándose en el rango A, y en último lugar el agrostemin con un promedio de 5.23 con rango B. Estos resultado puede deberse que al realizar extracto naturales para enraizamiento de la especie forestal con hojas y tallo en crecimiento, porque esta parte de la planta contiene mayor cantidad de auxinas.

Esta elongación celular está regulada directamente por las auxinas (fitohormonas) lo cual concuerda con lo que manifiesta (Biloni, 1998), que las Auxinas naturales (hormona) de las plantas se forman a partir del triptófano por varias vías metabólicas, principalmente se produce en el meristemo de los brotes, desde donde viaja a otras partes de la planta favoreciendo así la formación de raíces, está auxina se encuentra presente en mayor o menor grado en todas las plantas.

CUADRO No. 10

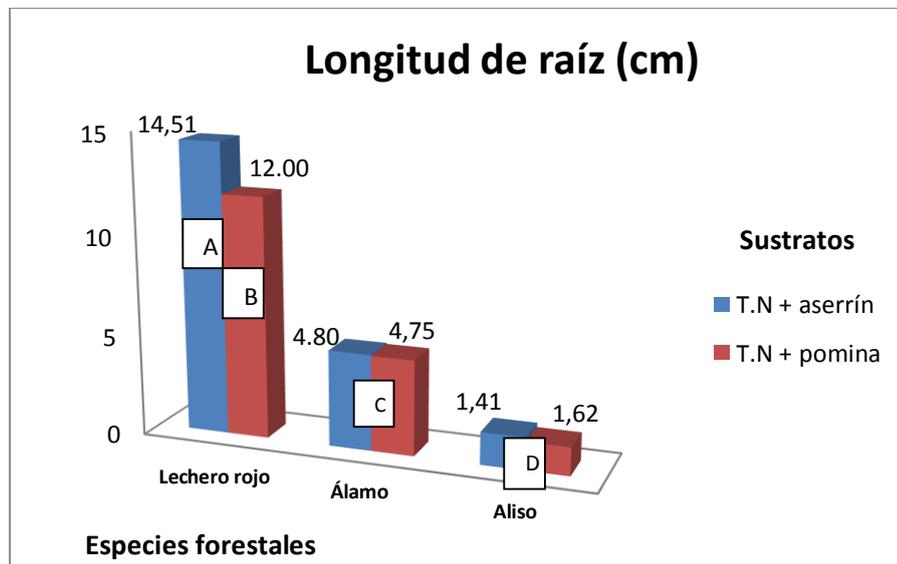
LONGITUD RAÍZ (CM), EN LA INTERACCIÓN ESPECIES POR
SUSTRATOS, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 –
2012.

Especies Forestales	Sustratos	Promedio	Rango
Lechero rojo	T.N + aserrín	14.51	A
Lechero rojo	T.N + pomina	12.00	B
Álamo	T.N + aserrín	4.80	C
Álamo	T.N + pomina	4.75	C
Aliso	T.N + pomina	1.62	D
Aliso	T.N + aserrín	1.41	D

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No. 4

INTERACCIÓN ESPECIES FORESTALES POR SUSTRATOS, PARA
LONGITUD DE RAÍZ (CM), EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO, 2011 –
2012.



Elaborado por: Los autores

En el cuadro 9, la prueba Tukey al 5% una vez aplicada para la interacción especies por sustratos dio como resultado que lechero rojo con tierra negra + aserrín reportó diferencias estadística al resto de las interacciones, presentado un promedio de 14.51 y el que menor eficacia tuvo la combinación es el aliso con tierra negra + aserrín con un promedio de 1.41. Al combinar tierra con aserrín como sustrato mejora la estructura del suelo y hay una mejor aeración y retención de humedad y por ende mejor su composición nutricional, para un mayor desarrollo radicular, por lo cual concuerda con (Soto, 2004), quien manifiesta que: en consecuencia el medio de enraizamiento no solo es importante por ser el lugar donde se iniciarán y formarán las raíces adventicias, sino también, por que provee de condiciones de humedad, aire y oscuridad necesaria para facilitar su desarrollo.

Esta respuesta se deba probablemente a que el tratamiento con lechero rojo normalmente resulta en unas pocas raíces, que rápidamente se hacen largas y se establece un fuerte sistema radicular, así como también se puede observar que para esta variable no existe diferencia en cuanto al sustrato así pues el sustrato de tierra negra + aserrín es el mejor, lo que corrobora (Hans, 2001), la función principal para el enraizamiento son las auxinas contenidos dentro de los extractos naturales.

3.3. NÚMERO DE BROTES POR ESTACA

A continuación tenemos el cuadro de Análisis de la Varianza, para Número de Brotes por Estaca:

CUADRO No. 11

ANÁLISIS DE LA VARIANZA, PARA NÚMERO DE BROTES POR ESTACA. EN LA EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZANTES QUÍMICOS Y DOS NATURALES EN TRES ESPECIES FORESTALES ALISO, ÁLAMO, LECHERO ROJO CON DOS SUSTRATOS, DURANTE LA ETAPA DE ENRAIZAMIENTO EN LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI. 2011 – 2012.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	
TOTAL	71		
TRATAMIENTOS	23	6.38	**
Especies forestales	2	64.27	**
Enraizantes	3	0.31	Ns
Sustratos	1	0.56	Ns
Especies x enraizantes	6	0.87	*
Especies x sustratos	2	1.18	*
Enraizantes x sustratos	3	1.46	**
Especies x enraizantes x sustratos	6	0.78	*
REPETICIONES	2	0.94	*
ERROR EXPERIMENTAL	46	0.26	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	25.92%		

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 11, el Análisis de Varianza, para número de brotes por estaca registró alta significación estadística para tratamientos, especies forestales y la interacción enraizantes por sustratos. También se observó significación estadística en las interacciones especies por enraizantes, especies por sustratos, especies por enraizantes por sustratos y en las repeticiones. Los factores enraizantes y sustratos no presentaron significación estadística alguna.

El coeficiente de variación fue 25.92% y un promedio general de 1.98 brotes por estaca.

CUADRO No. 12
NÚMERO DE BROTES POR ESTACA, EN LA LOCALIDAD DE
MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012

Tratamiento	Promedio	Rango		
T20: a3b2c2	5.55	A		
T21: a3b3c1	4.38	A	B	
T22: a3b3c2	3.76	B		
T23: a3b4c1	3.62	B		C
T17: a3b1c1	3.49	B		C
T24: a3b4c2	3.47	B		C
T19: a3b2c1	3.31	B		C
T18: a3b1c2	3.15	B		C
T10: a2b1c2	2.02	C D		
T12: a2b2c2	1.40	D		
T16: a2b4c2	1.40	D		
T14: a2b3c2	1.38	D		
T13: a2b3c1	1.33	D		
T1: a1b1c1	1.22	D		
T5: a1b3c1	1.20	D		
T9: a2b1c1	1.20	D		
T8: a1b4c2	0.87	D		
T11: a2b2c1	0.76	D		
T7: a1b4c1	0.76	D		
T15: a2b4c1	0.69	D		
T3: a1b2c1	0.65	D		
T4: a1b2c2	0.58	D		
T2: a1b1c2	0.58	D		
T6: a1b3c2	0.55	D		
Promedio General	1.98			

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 12, de acuerdo a la prueba de Tukey los tratamientos en base de especie forestales lechero rojo + agrostemin + tierra negra y aserrín es superior

estadísticamente al resto de las combinaciones excepto al tratamiento de lechero rojo + extracto de sauce + tierra negra y pomina, con mayor promedio numérico 5.55 y 4.48 de número de brotes por estacas, mientras el mejor tratamiento para la especie forestal álamo la reportó el T10 formado por álamo + hormonagro + tierra negra + aserrín, con un promedio de número de brotes de 2.02 y para el aliso es el T1 formado por aliso + hormonagro + tierra negra + pomina.

CUADRO No. 13

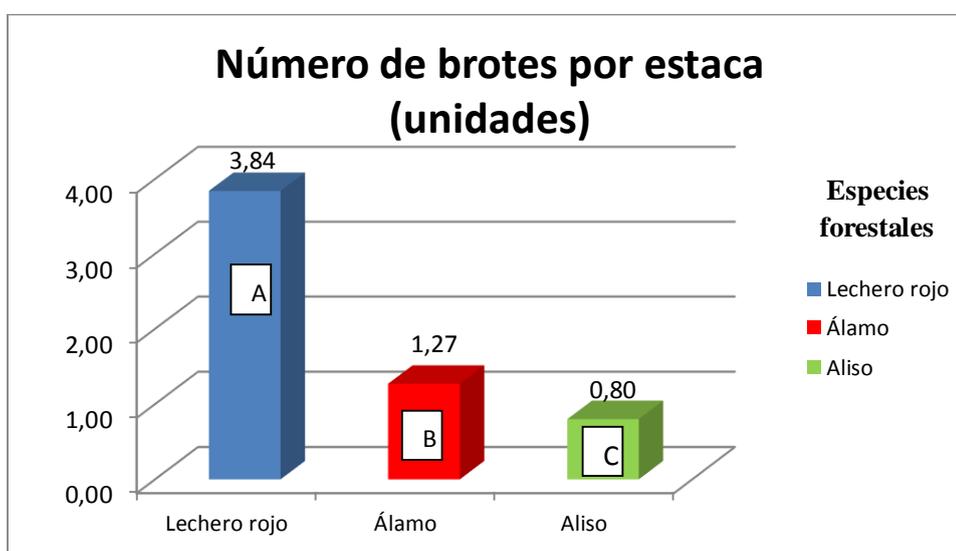
NÚMERO DE BROTES POR ESTACA, UTILIZANDO LAS ESPECIES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 – 2012.

Especies forestales	Promedio	Rango
Lechero rojo	3.84	A
Álamo	1.27	B
Aliso	0.80	C

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No. 5

NÚMERO DE BROTES POR ESTACA (UNIDADES), UTILIZANDO LAS ESPECIES FORESTALES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO, 2011 – 2012.



Elaborado por: Los autores

En el cuadro 13, aplicada la prueba Tukey al 5% para las especies forestales lechero rojo es superior estadísticamente a las demás especie evaluadas, con un promedio de 3.84, seguido del álamo con un promedio de 1.27 y finalmente el aliso con un promedio de 0.80.

Esta alta diferencia estadística se debe probablemente a que la estructura de las estacas es muy diferente en las tres especies forestales, el lechero rojo en su estructura morfológica de la estaca presenta mayor cantidad de yemas, seguido del álamo con menor cantidad y aliso con un promedio de 4 yemas por estaca, lo que hace más difícil el enraizamiento de esta especie, puede ser debido probablemente a lo manifestado por (Soto, 2004), para que se formen las raíces, durante los primeros 3 o 4 días de que se realice la estaca es necesaria la presencia de un ápice (o una yema lateral) en crecimiento activo; una estaca sin yema no forma raíz aunque se trate con una preparación rica en auxina.

CUADRO No. 14

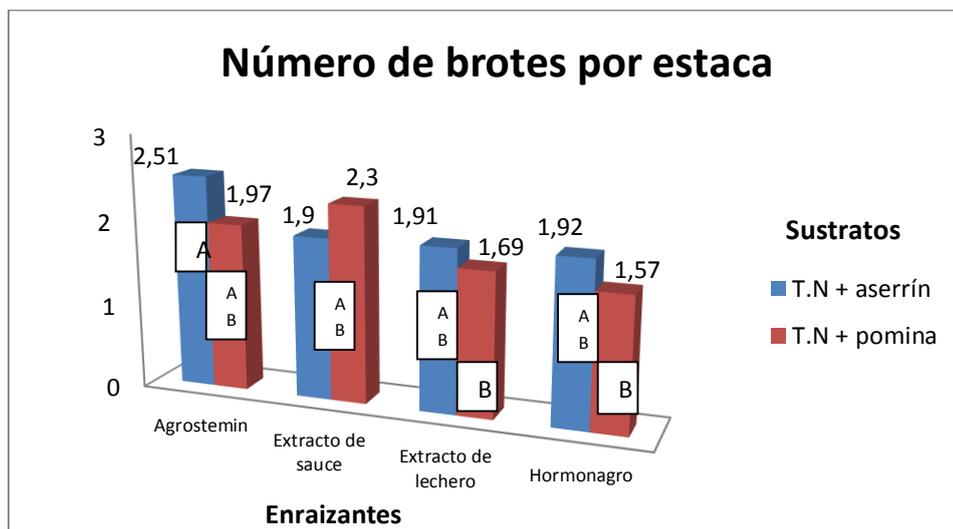
NÚMERO DE BROTES POR ESTACA, EN LA INTERACCIÓN ENRAIZANTES POR SUSTRATOS, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012.

Enraizantes	Sustratos	Promedio	Rango	
Agrostemin	T. n. + aserrín	2,51	A	
Extracto de sauce	T. n. + pomina	2,30	A	B
Agrostemin	T. n. + pomina	1,97	A	B
Hormonagro	T. n. + aserrín	1,92	A	B
Extracto de lechero	T. n. + aserrín	1,91	A	B
Extracto de sauce	T. n. + aserrín	1,90	A	B
Extracto de lechero	T. n.+ pomina	1,69	B	
Hormonagro	T. n. + pomina	1,57	B	

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No. 6

INTERACCIÓN ENRAIZANTES X SUSTRATOS, PARA NÚMERO DE BROTOS POR ESTACA, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO, 2011 – 2012.



Elaborado por: Los autores

En el cuadro 14, la prueba Tukey al 5% en la variable número de brotes por estacas la mejor interacción para enraizantes por sustratos es: agrostemin + tierra negra + aserrín reportó igualdad estadísticas con el resto de las combinaciones excepto extracto de lechero + tierra negra + aserrín. El mejor promedio agrostemin + tierra negra + aserrín con 2.51 seguido por extracto de sauce más tierra negra + pomina 2.30, mientras que la que tuvo menor promedio es hormonagro mas tierra negra + pomina con un promedio de 1.57.

La mejor respuesta de la interacción agrostemin + tierra negra + aserrín se debe que enraizador químico estimula el desarrollo de la planta lo que concuerda con (Edifarm, 2004), agrostemin pertenece al grupo de bioestimuladores de origen natural, que actúa como regulador con el mismo principio que el proceso de la vida (respiración, asimilación, fotosíntesis, etc.), en la fase autótrofa y heterótrofa nutricional de la planta, estimulando su crecimiento, desarrollo.

En cuanto a el sustrato compuesto por tierra negra + pomina presento los menores promedios, estos resultados puede deberse el sustrato de pomina son inconsistentes, sin nutrientes y muy ligeros, considerándolo como un medio efectivo para el enraizamiento (Agenjo, 1994), tierra negra las propiedades más importantes del suelo, como la retención de humedad, reserva de bases intercambiables, capacidad de suministro de nitrógeno, azufre y otros elementos nutritivos a las plantas, aireación estabilidad estructural, depende marcadamente de la cantidad de materia orgánica.

CUADRO No. 15

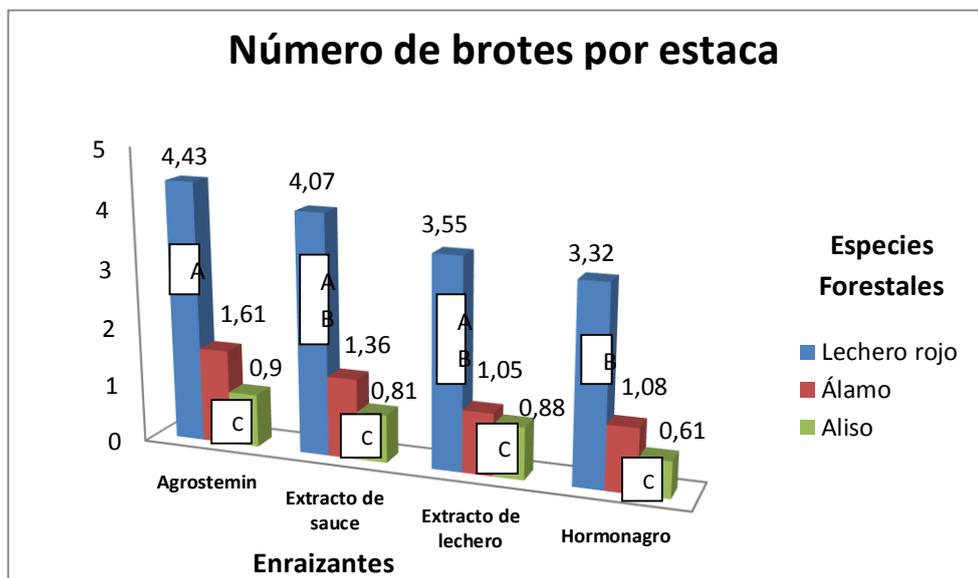
NÚMERO DE BROTES POR ESTACA, EN LA INTERACCIÓN ESPECIES FORESTALES POR ENRAIZANTES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 – 2012.

Especies	Enraizantes	Promedio	Rango	
Lechero rojo	Agrostemin	4.43	A	
Lechero rojo	Extracto de sauce	4.07	A	B
Lechero rojo	Extracto de lechero	3.55	A	B
Lechero rojo	Hormonagro	3.32	B	
Álamo	Agrostemin	1.61	C	
Álamo	Extracto de sauce	1.36	C	
Álamo	Hormonagro	1.08	C	
Álamo	Extracto de lechero	1.05	C	
Aliso	Agrostemin	0.90	C	
Aliso	Extracto de lechero	0.88	C	
Aliso	Extracto de sauce	0.81	C	
Aliso	Hormonagro	0.61	C	

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No. 7

INTERACCIÓN ESPECIES FORESTALES X ENRAIZANTES, PARA
NÚMERO DE BROTES POR ESTACA, EN LA LOCALIDAD DE
MULALILLO, 2011 – 2012.



Elaborado por: Los autores

En el cuadro 15, aplicada la prueba Tukey al 5%, para la interacción especies forestales por enraizantes reportó diferencias estadísticas la interacción es lechero rojo + agrostemin con el resto de las interacciones excepto lechero rojo + extracto de sauce y lechero rojo + extracto de lechero, la mejor repuesta en número de brotes por estacas la presento la interacción de la especie forestal lechero rojo + agrostemin con un promedio de 4.43 seguido por el promedio 4.07 que corresponde a la interacción lechero rojo + extracto de sauce, mientras que el menor promedio fue de 0.61 correspondiente a la interacción aliso + hormonagro. Además podemos observar que la hormona sintética hormonagro tiene un bajo efecto en la interacción con las tres especies forestales, en las pruebas de campo efectuadas en este ensayo.

CUADRO No. 16

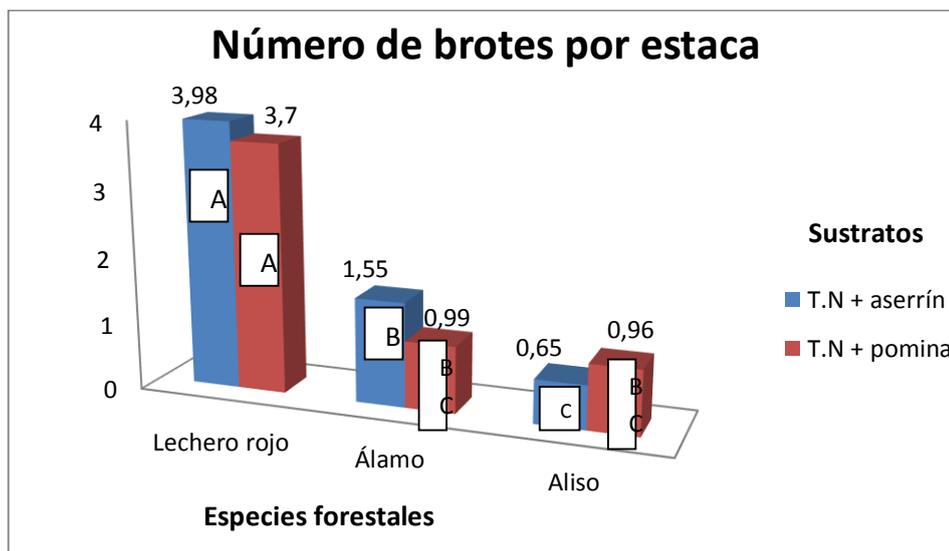
NÚMERO DE BROTES POR ESTACA, EN LA INTERACCIÓN ESPECIES FORESTALES POR SUSTRATOS, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 – 2012.

Especies	Sustratos	Promedio	Rango
Lechero rojo	T. n. + aserrín	3,98	A
Lechero rojo	T. n. + pomina	3,70	A
Álamo	T. n. + aserrín	1,55	B
Álamo	T. n. + pomina	0,99	B C
Aliso	T. n. + pomina	0,96	B C
Aliso	T. n. + aserrín	0,65	C

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No. 8

INTERACCIÓN ESPECIES FORESTALES X SUSTRATOS, PARA NÚMERO DE BROTES POR ESTACA, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO, 2011 – 2012.



Elaborado por: Los autores

En el cuadro 16, según la prueba Tukey al 5% la variable número de brotes por

estacas en la multiplicación vegetativa de especies forestales por sustratos, reportó diferencias estadística, la especie forestal lechero rojo con los sustrato tierra negra + aserrín y Tierra Negra + Pomina son superior estadísticamente al resto de las combinaciones en estudio, la interacción que obtuvo mayor promedio Lechero Rojo más Tierra Negra + Aserrín con un promedio de 3.98 y la interacción que presento el menor promedio es aliso + Tierra Negra + Aserrín con un promedio de 0.65. Lo que pudimos deducir de estos resultados es que las tres especies forestales tuvieron un mejor desarrollo con el sustrato 2 tierra negra + aserrín, para esta variable.

3.4. PROMEDIO DE HOJAS POR ESTACA

A continuación tenemos el cuadro de Análisis de la Varianza, para la variable: Promedio de Hojas por Estaca:

CUADRO No. 17

ANÁLISIS DE LA VARIANZA, PARA LA VARIABLE PROMEDIO DE HOJAS POR ESTACA, (NÚMERO DE HOJAS), EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	
TOTAL	71		
TRATAMIENTOS	23	25,88	**
Especies forestales	2	275,77	**
Enraizantes	3	0,45	Ns
Sustratos	1	0,12	Ns
Especies x enraizantes	6	1,84	Ns
Especies x sustratos	2	5,31	Ns
Enraizantes x sustratos	3	4,74	Ns
Especies x enraizantes x sustratos	6	1,07	Ns
REPETICIONES	2	3,24	Ns
ERROR EXPERIMENTAL	46	3,94	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	29,71%		

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 17, el Análisis de Varianza para la variable promedio de hojas por estaca reportó alta significación estadística, para tratamientos y especies forestales. Los demás factores: enraizantes, sustratos, y las interacciones: especies por enraizantes, especies por sustratos, enraizantes, por sustratos, especies por enraizantes y por sustratos no presentaron significación estadística. El coeficiente de variación fue 29.71% y con un promedio general de 5.02 hojas.

CUADRO No. 18

NÚMERO DE HOJAS POR ESTACA, EN LA EVALUACIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012.

Tratamiento	Promedio	Rango						
T20: a3b2c2	9,70	A						
T17: a3b1c1	9,25	A		B				
T19: a3b2c1	8,85	A		B		C		
T23: a3b4c1	8,82	A		B		C		
T21: a3b3c1	8,65	A		B		C		
T22: a3b3c2	8,16	A		B		C		
T18: a3b1c2	8,04	A		B		C		
T24: a3b4c2	7,99	A		B		C		
T16: a2b4c2	6,13	A		B		C	D	
T13: a2b3c1	5,35	A		B		C	D	E
T14: a2b3c2	4,71			B		C	D	E
T9: a2b1c1	4,49					C	D	E
T10: a2b1c2	4,43					C	D	E
T12: a2b2c2	4,30					C	D	E
T15: a2b4c1	3,24						D	E
T5: a1b3c1	2,89						D	E
T1: a1b1c1	2,87						D	E
T11: a2b2c1	2,58						D	E
T8: a1b4c2	2,42						D	E
T7: a1b4c1	2,04						D	E
T3: a1b2c1	1,77						D	E

T4: a1b2c2	1,60	D	E
T6: a1b3c2	1,18		E
T2: a1b1c2	1,13		E
Promedio General	5.02		

Elaborado por: Los autores

Cuadro 18, según la prueba de Tukey al 5%, la variable número de hojas por estacas el tratamiento T20 Lechero Rojo + Agrostemin y Tierra Negra + Aserrín registró diferencias estadísticas. Siendo el mejor promedio la especie forestal lechero rojo, Agrostemin y Tierra Negra + Aserrín 9.70 hojas, seguido del T17 compuesto por lechero rojo, Hormonagro y Tierra Negra + Pomina 9.25. Mientras que los tratamientos que obtuvieron el menor promedio en número de hojas fueron el T2 compuesto por aliso, Hormonagro y Tierra Negra + Aserrín y el T6 compuesto por aliso, extracto de Sauce y Tierra Negra + Aserrín con 1.13 y 1.18 hojas respectivamente.

Los tratamientos T16 formado por álamo + extracto de lechero+ tierra negra + aserrín, con un promedio de 6.13 es el más adecuado para esta especie, mientras que el T5 formado por aliso + extracto de sauce + tierra negra + pomina, con un promedio de 2.89 número de hojas.

CUADRO No. 19

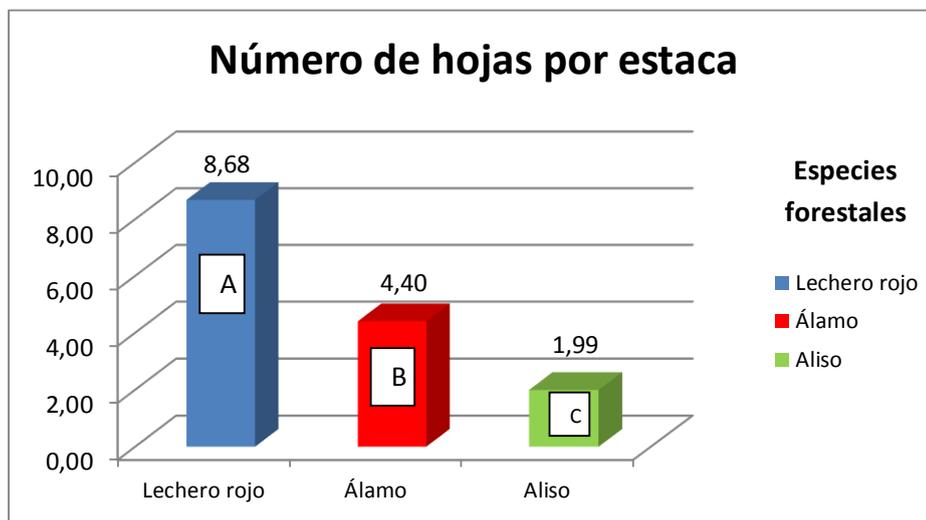
NÚMERO DE HOJAS POR ESTACA, EN LA EVALUACIÓN DE ESPECIES FORESTALES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012.

Especies forestales	Promedio	Rango
Lechero rojo	8.68	A
Álamo	4.40	B
Aliso	1.99	C

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No. 9

NÚMERO DE HOJAS POR ESTACA, EN LA EVALUACIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012.



Elaborado por: Los autores

En el cuadro 19, la prueba Tukey al 5%, para el efecto simples de las especies forestales presentaron diferencia estadísticas en número de hojas por estacas, la especie forestal lechero rojo es superior estadísticamente al álamo y aliso, esto se debe a la gran variabilidad que existió entre las tres especies, ya que el lechero rojo obtuvo un mayor promedio en número de hojas de 8.68, seguido por el álamo con un promedio de 4.40 y el aliso con 1.99.

3.5. LONGITUD DE BROTE

A continuación tenemos el cuadro de Análisis de la Varianza, para la variable: Longitud de Brote:

CUADRO No. 20

ANÁLISIS DE LA VARIANZA, PARA LONGITUD DE BROTE (CM.), EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	
TOTAL	71		
TRATAMIENTOS	23	21,86	**
Especies forestales	2	194,28	**
Enraizantes	3	4,03	Ns
Sustratos	1	0,00	Ns
Especies x enraizantes	6	4,74	Ns
Especies x sustratos	2	6,63	Ns
Enraizantes x sustratos	3	7,60	Ns
Especies x enraizantes x sustratos	6	6,28	Ns
REPETICIONES	2	1,95	Ns
ERROR EXPERIMENTAL	46	3,89	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24.66%		

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 20, el Análisis de Varianza para longitud del brote se observó alta significación estadística, para tratamientos y especies forestales. Los demás factores no presentaron significación estadística. El coeficiente de variación fue 24.66% y de promedio general 8cm.

CUADRO No. 21

LONGITUD DEL BROTE (CM), EN LA EVALUACIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO-COTOPAXI, 2011/12.

Tratamiento	Promedio	Rango				
T23: a3b4c1	13,71	A				
T19: a3b2c1	13,10	A	B			
T20: a3b2c2	12,65	A	B	C		
T21: a3b3c1	11,98	A	B	C	D	
T22: a3b3c2	11,97	A	B	C	D	
T18: a3b1c2	10,60	A	B	C	D	E
T17: a3b1c1	8,44	A	B	C	D	E
T14: a2b3c2	7,52	A	B	C	D	E
T12: a2b2c2	7,49	A	B	C	D	E
T24: a3b4c2	7,48	A	B	C	D	E
T10: a2b1c2	7,17		B	C	D	E
T16: a2b4c2	6,98		B	C	D	E
T9: a2b1c1	6,91		B	C	D	E
T13: a2b3c1	6,44			C	D	E
T2: a1b1c2	6,34				D	E
T15: a2b4c1	6,14				D	E
T4: a1b2c2	6,12				D	E
T7: a1b4c1	6,12				D	E
T5: a1b3c1	5,93				D	E
T11: a2b2c1	5,92				D	E
T8: a1b4c2	5,90				D	E
T3: a1b2c1	5,77				D	E
T6: a1b3c2	5,76				D	E
T1: a1b1c1	5,45					E
Promedio General	8.00					

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 21, según la prueba de Tukey al 5%, presento alta variabilidad estadística en la variable longitud de brotes por estacas. Siendo el mejor tratamiento; el T23 compuesto por lechero rojo + extracto de lechero y tierra

negra + pomina con 13.71, seguido del T19 compuesto por lechero rojo + agrostemin y tierra negra + pomina con 13.10. Mientras que los tratamientos que obtuvieron menor longitud del brote fueron el T1 compuesto por aliso, hormonagro y tierra negra + pomina y el T6 compuesto por aliso + extracto de sauce y tierra negra + aserrín con 5.45 y 5.76.

El mejor tratamiento para la especie álamo, es el T14 con un promedio de 7.52 formado por álamo + extracto de sauce y tierra negra + aserrín. Mientras que para el aliso es el tratamiento T2 con un promedio de 6.34 formado por aliso + hormonagro y tierra negra + pomina.

CUADRO No. 22

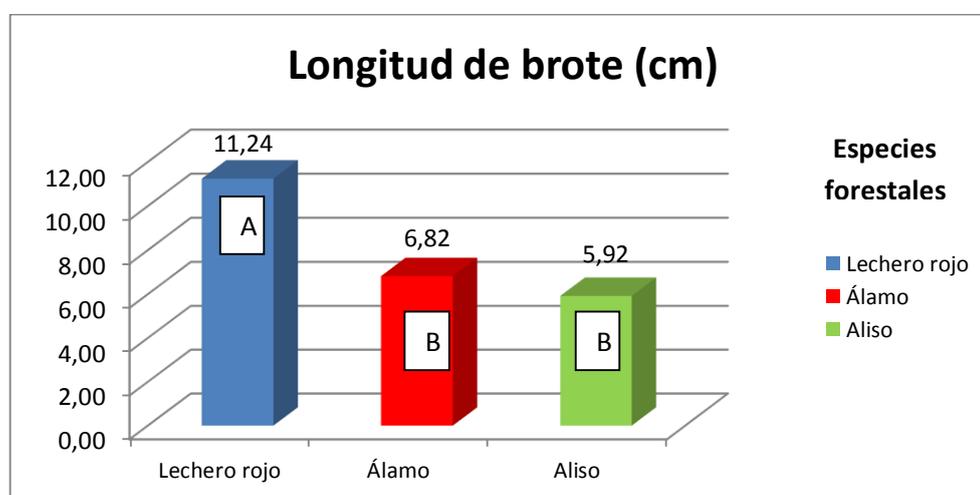
LONGITUD DE BROTE (CM), EN LA EVALUACIÓN DE ESPECIES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 – 2012.

Especies forestales	Promedio	Rango
Lechero rojo	11.24	A
Álamo	6.82	B
Aliso	5.92	B

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No. 10

LONGITUD DEL BROTE EN (CM), EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 – 2012.



Elaborado por: Los autores

En el cuadro 22, la prueba Tukey al 5%, para la variable longitud del brote reportaron diferencias estadísticas entre las tres especies, dando como resultado a la mejor especie al lechero rojo con un promedio de 11.24, seguido del álamo con un promedio de 6.82 y el aliso con un promedio de 5.92.

Los resultados son bien diferenciados entre especies forestales porque la estructura morfológica de las plantas es diferente ya que los brotes de lechero rojo son más largos que los de álamo y aliso. Además también por los tiempos que se demoran para el enraizamiento, sin embargo concuerda con lo que dice **Garcidueñas (2000)**, el descubrimiento de las hormonas, antecedido por experiencias que indicaban la presencia de factores de correlación difusible, llevo a la proposición de teoría hormonal que hoy es innegable, discutiéndose el papel relativo de la auxina, que parece ser la principal hormona responsable, de la giberelina cuyo papel esta entredicho de la citoquinina de los inhibidores de crecimiento.

3.6. PESO DE LA RAÍZ

A continuación tenemos el cuadro de Análisis de la Varianza, para la variable: Peso de la Raíz:

CUADRO No. 23

ANÁLISIS DE LA VARIANZA, PESO DE LA RAÍZ EXPRESADA EN GRAMOS (G), EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio
TOTAL	71	
TRATAMIENTOS	23	0,59 **
Especies forestales	2	5,22 **
Enraizantes	3	0,17 Ns
Sustratos	1	0,41 Ns
Especies x enraizantes	6	0,12 Ns
Especies x sustratos	2	0,13 Ns
Enraizantes x sustratos	3	0,06 Ns
Especies x enraizantes x sustratos	6	0,17 Ns
REPETICIONES	2	0,14 Ns
ERROR EXPERIMENTAL	46	0,16
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	25.67%	

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 23, el Análisis de Varianza para peso de la raíz se observó alta significación estadística, para tratamientos y especies forestales. Los demás factores: enraizantes, sustratos, y las interacciones especies por sustratos, especies por enraizantes, enraizantes por sustratos, especies por enraizantes y por sustratos no presentaron significación estadística. El coeficiente de variación fue 25.67% y un promedio general de 1.58 gramos.

La alta significación que existe entre los tratamientos para la variable Peso Raíz se debe posiblemente a la desigualdad que existe en el tiempo de formación del callo ya que de este proceso depende la aparición de primordios radiculares.

CUADRO No. 24
PESO DE LA RAÍZ (G), EN LA EVALUACIÓN DE ESPECIES EN LA
LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012.

Tratamiento	Promedio	Rango	
T17: a3b1c1	2,67	A	
T22: a3b3c2	2,29	A	B
T20: a3b2c2	2,15	A	B
T21: a3b3c1	2,15	A	B
T24: a3b4c2	2,10	A	B
T18: a3b1c2	2,08	A	B
T14: a2b3c2	1,73	A	B
T19: a3b2c1	1,71	A	B
T23: a3b4c1	1,70	A	B
T10: a2b1c2	1,69	A	B
T16: a2b4c2	1,50	A	B
T15: a2b4c1	1,37		B
T4: a1b2c2	1,34		B
T12: a2b2c2	1,32		B
T5: a1b3c1	1,29		B
T3: a1b2c1	1,27		B
T9: a2b1c1	1.24		B
T6: a1b3c2	1.22		B
T13: a2b3c1	1.22		B
T2: a1b1c2	1.22		B
T8: a1b4c2	1.21		B
T11: a2b2c1	1.16		B
T1: a1b1c1	1.15		B
T7: a1b4c1	1.10		B
Promedio General	1.58		

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 24, según la prueba de Tukey al 5%, el tratamiento T17 compuesto por lechero rojo + hormonagro y tierra negra + pomina reportó el mejor promedio,

seguido del T22 compuesto por lechero rojo + extracto de sauce y tierra negra + aserrín, con promedios de 2.67 y 2.29. Mientras que los tratamientos que obtuvieron el menor peso de raíz fueron el T7 compuesto por aliso, extracto de lechero y tierra negra + pomina y el T1 compuesto por aliso, hormonagro y tierra negra + pomina con 1.10 y 1.15 respectivamente.

Se pudo observar que las variables para peso de raíz y longitud de raíz dependen de la formación del callo, del número de raíces, y del diámetro de la estaca es decir que en una estaca con mayor diámetro se debería tener una mayor masa por su características propia de cada especies forestales lo que concuerda con (Soto, 2004), desde hace mucho se demostró que la cantidad de alguna o algunas sustancias formadoras de raíces, distintas a las auxinas, de ocurrencia natural, todavía no identificadas pero esenciales para la formación de raíces puede ser abundante en algunas plantas y escasas o aun inexistentes en otras y además (Sampat, 2000), las raíces sufren cambios morfológicos y fisiológicos, según la especie vegetal, como reacción a la aireación del suelo sustrato. (Latorre, 1992), a que las auxinas desempeñan el papel principal, es necesaria con el balance de otras sustancias como vitaminas, adenina, aminoácidos y otras hormonas y por consecuencia obtendremos una mayor formación de raíces, así también se debe señalar que en las estacas con poca formación de callo se presenta mayores longitudes.

CUADRO No. 25

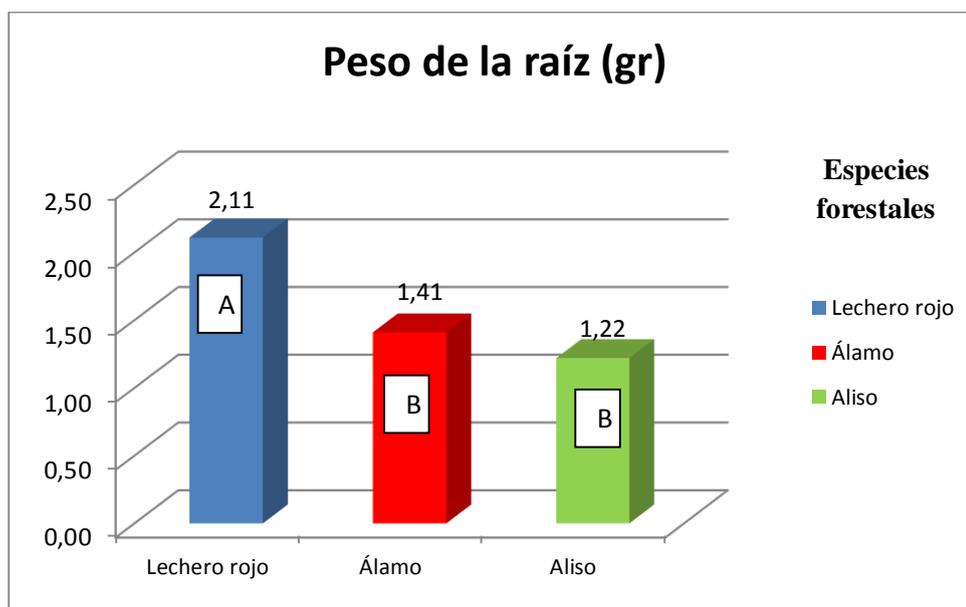
PESO DE LA RAÍZ (GR), EN LA EVALUACIÓN DE ESPECIES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012.

Especies forestales	Promedio	Rango
Lechero rojo	2.11	A
Álamo	1.41	B
Aliso	1.22	B

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No. 11

PESO DE LA RAÍZ (GR), EN LA EVALUACIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO-COTOPAXI, 2011 – 2012.



Elaborado por: Los autores

En el cuadro 25, la prueba Tukey al 5%, en la variable peso de raíz para especies forestales en multiplicación vegetativa por estaca el lechero rojo registró diferencias estadísticas con el álamo y aliso, dando un mejor resultado lo presento la especie forestal lechero rojo con un promedio de 2.11 gr, seguido del álamo con su promedio de 1.41 gr y aliso con un promedio de 1.22 gr.

Estos resultados es debido a que la formación fisiológica del callo dependerá de igual manera del diámetro de estaca así pues un tallo extremadamente grueso tiene contextura mas leñosa y por ende formará en mayor tiempo el callo y necesitará mayor cantidad de agua, además también por el tipo de raíz que presenta cada una de las especies forestales, ya que el lechero rojo y el aliso tienen una raíz fasciculada, y el álamo tiene raíz axonomorfa, es por ello que entre el álamo y aliso existe solo una diferencia matemática, tomando en cuenta que el aliso tuvo menor número de plantas prendidas.

3.7. NÚMERO DE PLANTAS COMERCIALES

A continuación tenemos el cuadro de Análisis de la Varianza, para la variable: Número de Plantas Comerciales:

CUADRO No. 26

ANÁLISIS DE LA VARIANZA, PARA NÚMERO DE PLANTAS COMERCIALES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 - 2012.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	
TOTAL	71		
TRATAMIENTOS	23	739.04	**
Especies forestales	2	8296.52	**
Enraizantes	3	10.50	Ns
Sustratos	1	11.68	Ns
Especies x enraizantes	6	20.72	**
Especies x sustratos	2	85.85	**
Enraizantes x sustratos	3	15.68	Ns
Especies x enraizantes x sustratos	6	3.13	Ns
REPETICIONES	2	17.68	Ns
ERROR EXPERIMENTAL	46	5.38	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	14.33%		

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 26, aplicando el Análisis de Varianza para número de plantas comerciales, presento alta significación estadística para los tratamientos, las especies forestales y las interacciones: especies forestales por enraizantes y especies forestales por sustratos. Los demás factores en estudio, con sus respectivas interacciones no presentaron ninguna significación estadística. El coeficiente de variación fue 14.33% y un promedio general de 16.18 plantas comerciales.

CUADRO No. 27

**NÚMERO DE PLANTAS COMERCIALES, EN LA LOCALIDAD DE
MULALILLO - COTOPAXI, 2011 – 2012.**

Tratamiento	Promedio	Rango				
T19: a3b2c1	41.67	A				
T23: a3b4c1	39.67	A				
T21: a3b3c1	39.00	A				
T24: a3b4c2	38.00	A	B			
T17: a3b1c1	36.67	A	B			
T20: a3b2c2	36.00	A	B			
T22: a3b3c2	35.00	A	B			
T18: a3b1c2	31.67		B			
T14: a2b3c2	14.67		C			
T1: a2b4c2	12.00		C	D		
T10: a2b1c2	10.33		C	D		
T13: a2b3c1	9.33		C	D	E	
T9: a2b1c1	7.67		C	D	E	F
T12: a2b2c2	7.33			D	E	F
T15: a2b4c1	7.00			D	E	F
T11: a2b2c1	7.00			D	E	F
T1: a1b1c1	5.00			D	E	F
T7: a1b4c1	2.33				E	F
T3: a1b2c1	2.33				E	F
T8: a1b4c2	1.67					F
T5: a1b3c1	1.33					F
T2: a1b1c2	1.33					F
T6: a1b3c2	0.67					F
T4: a1b2c2	0.67					F
Promedio General	16.18					

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 27, aplicada la prueba de Tukey al 5%, los tratamiento T19 compuesto por lechero rojo, hormonagro y tierra negra + pomina, seguido del T23 compuesto por lechero rojo, extracto de lechero y tierra negra + pomina. T21 compuesto por lechero rojo, extracto de lechero y tierra negra + pomina. Presentaron igualdad estadística con los mejores promedio 41.67, 39.67 y 39.00 números de plantas comerciales. Mientras que los tratamientos que obtuvieron el menor número de plantas comerciales fueron el T6 compuesto por aliso + extracto

de sauce y tierra negra + aserrín y el T4 compuesto por aliso + agrostemin y tierra negra + aserrín con un promedio de 0.67. Se observó que el tratamiento adecuado para esta variable en la especie álamo es el tratamiento T14 con un promedio de 14.67 formado por álamo + extracto de sauce y tierra negra + aserrín, y para aliso es el T1 con un promedio de 5.00 plantas y está formado por aliso + hormonagro y tierra negra + pomina.

CUADRO No. 28

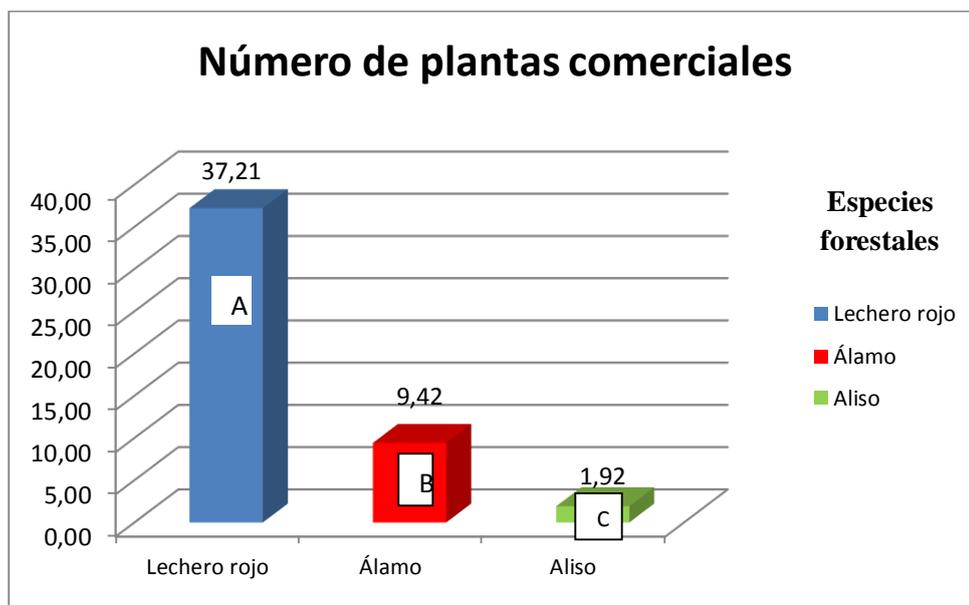
NÚMERO DE PLANTAS COMERCIALES, UTILIZANDO LAS ESPECIES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO - COTOPAXI, 2011 – 2012.

Especies forestales	Promedio	Rango
Lechero rojo	37.21	A
Álamo	9.42	B
Aliso	1.92	C

Elaborado por: Los autores

GRÁFICO No. 12

NÚMERO DE PLANTAS COMERCIALES, UTILIZANDO LAS ESPECIES FORESTALES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO, 2011 – 2012.

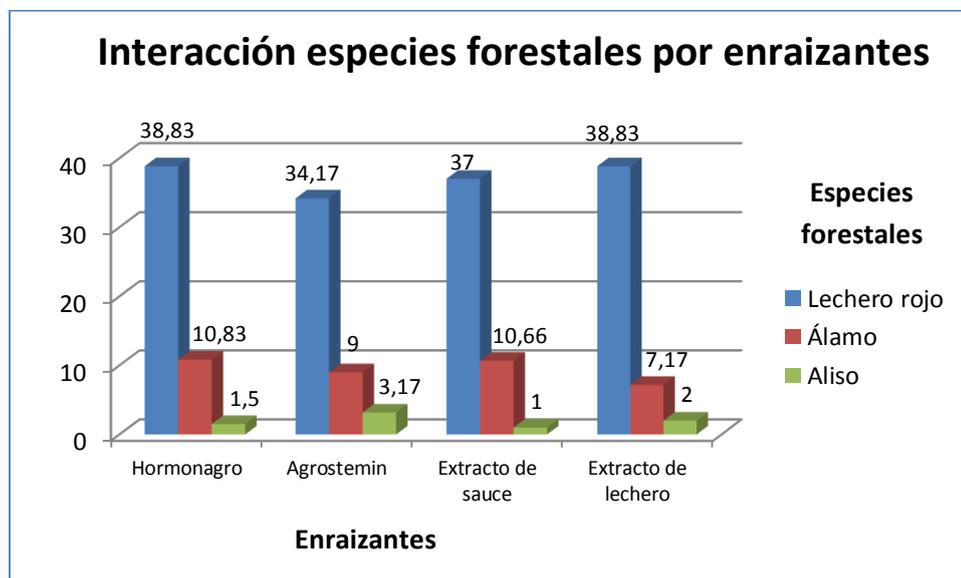


Elaborado por: Los autores

En el cuadro 28, de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad en la variable plantas comerciales de especies forestales, demostró que el lechero rojo es superior estadísticamente a las demás especies evaluadas, reportó el mejor promedio de 37.21, seguido del álamo con 9.42 y finalmente el aliso con 1.92 plantas.

GRÁFICO No. 13

INTERACCIÓN ESPECIES FORESTALES X ENRAIZANTES, PARA NÚMERO DE PLANTAS COMERCIALES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO, 2011 - 2012.

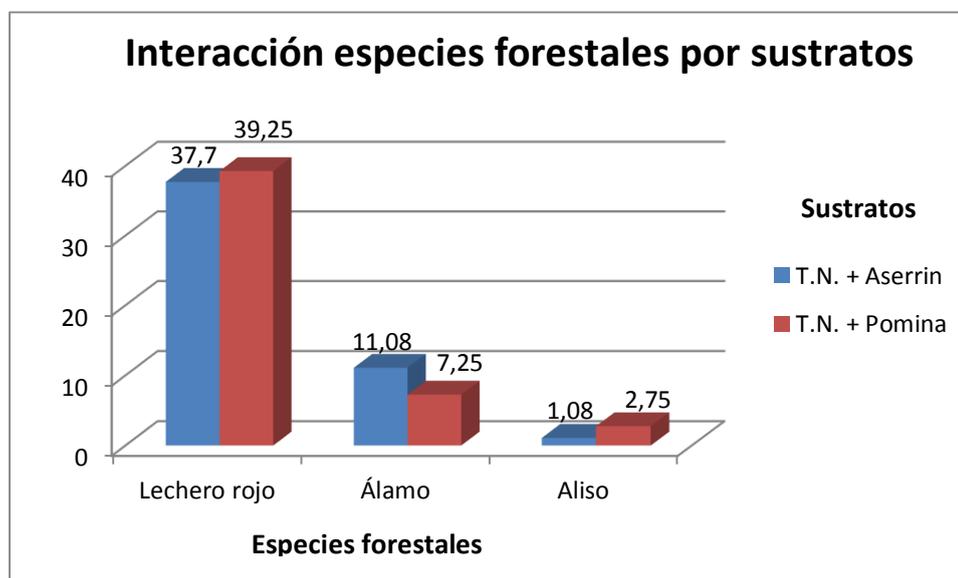


Elaborado por: Los autores

En este gráfico podemos apreciar, que en la interacción especies forestales por enraizantes, la que mayor número de plantas comerciales presenta es: lechero rojo + hormonagro y lechero rojo + extracto de lechero con un promedio de 38.83 plantas comerciales, seguido del álamo con la interacción: álamo + extracto de sauce y álamo + hormonagro con un promedio de 10.66 y 10.83 plantas comerciales y por último el aliso con la interacción: aliso + agrostemin con un promedio de 3.17 plantas comerciales.

GRÁFICO No. 14

INTERACCIÓN ESPECIES FORESTALES X SUSTRATOS, PARA NÚMERO DE PLANTAS COMERCIALES, EN LA LOCALIDAD DE MULALILLO, 2011 – 2012.



Elaborado por: Los autores

El gráfico nos muestra alta significación para la interacción especies forestales por sustratos, en este podemos observar que para la especie forestal lechero rojo la interacción que sobresale es lechero rojo + tierra negra y pomina con un promedio de 39.25 plantas comerciales, seguido del álamo con la interacción álamo + tierra negra y aserrín con un promedio de 11.08 plantas comerciales y por último el aliso con la interacción aliso + tierra negra y pomina con un promedio de 2.75 plantas comerciales.

En esta investigación, las especies fueron las que presentaron la mayor cantidad de significación estadística ya que existieron diferencias marcadas entre ellas, siendo la mejor especie el lechero rojo, obtuvo los mejores promedios en todas las variables, ya que es una especie que se adaptó fácilmente a la zona donde se realizó el ensayo. Sus raíces se desarrollaron de manera que le fue más fácil absorber los nutrientes del suelo y por tanto mejorar su desarrollo. En esta variable el lechero rojo fue la especie que mayor número de plantas comerciales

obtuvo. Los enraizantes no presentaron una marcada diferencia en la investigación, debido a que las estacas fueron colocadas en ellos durante 3 minutos aproximadamente, quizá no fue tiempo suficiente para que estos surtan efecto al momento de enraizar las estacas. En cuanto a los sustratos existió cierta inclinación por la tierra negra + aserrín, ya que este es un material que retiene la humedad, humedad que fue muy importante en los primeros días de plantadas las estacas.

3.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

3.8.1. COSTOS DE PRODUCCIÓN

CUADRO No. 29

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL EN LA EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZANTES QUÍMICOS Y DOS NATURALES EN TRES ESPECIES FORESTALES ALISO (*ALNUS JORULLENSIS.*), ÁLAMO (*POPULUS NIGRA.*), LECHERO ROJO (*EUPHORBIA COTINIFOLIA L.*), CON DOS SUSTRATOS, DURANTE LA ETAPA DE ENRAIZAMIENTO EN LA LOCALIDAD MULALILLO - COTOPAXI 2011 – 2012

ACTIVIDAD/ RUBRO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	
COSTOS FIJOS																									
Equipos y materiales																									
Invernadero (48 m2.)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Riego (aspersión)	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Sustratos:																									
Desinfectante (vitavax 300 y cal)	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17	5,17
Controles fitosanitarios	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40
Mano de obra	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Bomba de Mochila	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Riegos de agua	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Fundas para vivero forestal	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

ACTIVIDAD/ RUBRO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24
COSTOS VARIABLES																								
Estacas:																								
Aliso (1.200 u.)	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alamo (1.200 u.)	-	-	-	-	-	-	-	-	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Lechero rojo (1.200 u.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Enraizantes:																								
Hormonagro	12,00	12,00	-	-	-	-	-	-	12,00	12,00	-	-	-	-	-	-	12,00	12,00	-	-	-	-	-	-
Agrostemin	-	-	8,00	8,00	-	-	-	-	-	-	8,00	8,00	-	-	-	-	-	-	8,00	8,00	-	-	-	-
Extracto de sauce	-	-	-	-	3,00	3,00	-	-	-	-	-	-	3,00	3,00	-	-	-	-	-	-	3,00	3,00	-	-
Extracto de lechero	-	-	-	-	-	-	3,00	3,00	-	-	-	-	-	-	3,00	3,00	-	-	-	-	-	-	3,00	3,00
Sustratos:																								
Tierra negra y pomina	4,00	-	4,00	-	4,00	-	4,00	-	4,00	-	4,00	-	4,00	-	4,00	-	4,00	-	4,00	-	4,00	-	4,00	-
Tierra negra y aserrín	-	3,00	-	3,00	-	3,00	-	3,00	-	3,00	-	3,00	-	3,00	-	3,00	-	3,00	-	3,00	-	3,00	-	3,00
Total Costo de Producción	67,97	66,97	63,97	62,97	58,97	57,97	58,97	57,97	67,97	66,97	63,97	62,97	58,97	57,97	58,97	57,97	61,97	60,97	57,97	56,97	52,97	51,97	52,97	51,97

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 29 se encuentran representados los costos de producción de cada uno de los tratamientos de nuestra investigación, en el que podemos observar que el menor costo tienen los tratamientos T22 lechero rojo + extracto de sauce + tierra negra y aserrín y T24 lechero rojo + extracto de lechero + tierra negra y aserrín, con un valor similar de USD 51,97, debido al bajo costo de las estacas del lechero rojo, del enraizante que es de origen natural; seguido de los tratamientos T21 lechero rojo + extracto de sauce + tierra negra y pomina y T23 lechero rojo + extracto de lechero + tierra negra y pomina con USD 52,97 por parcela. Y los de mayor costo fueron los tratamientos T1 aliso + hormonagro + tierra negra y pomina y T9 álamo + hormonagro + tierra negra y pomina con USD 67,97 cada uno, por parcela.

3.8.2 Análisis costo/beneficio

CUADRO No. 30

ANÁLISIS ECONÓMICO EN LA EVALUACIÓN DE DOS ENRAIZANTES QUÍMICOS Y DOS NATURALES EN TRES ESPECIES FORESTALES ALISO (*ALNUS JORULLENSIS.*), ÁLAMO (*POPULUSNIGRA.*), LECHERO ROJO (*EUPHORBIA COTINIFOLIA L.*), CON DOS SUSTRATOS, DURANTE LA ETAPA DE ENRAIZAMIENTO EN LA LOCALIDAD MULALILLO - COTOPAXI 2011 -

2012

TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24
Total Costo de Producción	67,97	66,97	63,97	62,97	58,97	57,97	58,97	57,97	67,97	66,97	63,97	62,97	58,97	57,97	58,97	57,97	61,97	60,97	57,97	56,97	52,97	51,97	52,97	51,97
CONCEPTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24
Número de plantas comerciales	264,00	135,96	152,04	168,00	360,00	111,96	216,00	264,00	600,00	512,04	432,00	528,00	608,04	711,96	384,00	519,96	999,96	999,96	1.032	975,96	1.016	912,00	1.032	992,04
Precio de venta plantas (unidad)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Costo/planta enraizada (unidad)	0,26	0,49	0,42	0,37	0,16	0,52	0,27	0,22	0,11	0,13	0,15	0,12	0,10	0,08	0,15	0,11	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05
Ingreso bruto	58,08	29,91	33,45	36,96	79,20	24,63	47,52	58,08	108,00	92,17	77,76	95,04	109,45	128,15	69,12	93,59	120,00	120,00	123,84	117,12	121,92	109,44	123,84	119,04
Egreso bruto (TOTAL)	67,97	66,97	63,97	62,97	58,97	57,97	58,97	57,97	67,97	66,97	63,97	62,97	58,97	57,97	58,97	57,97	61,97	60,97	57,97	56,97	52,97	51,97	52,97	51,97
Utilidad/Pérdida USD (unidad)	(9,89)	(37,06)	(30,52)	(26,01)	20,23	(33,34)	(11,45)	0,11	40,03	25,20	13,79	32,07	50,48	70,19	10,15	35,63	58,03	59,03	65,87	60,15	68,96	57,47	70,87	67,08
Relación beneficio/costo (Ingreso /egreso b)	0,85	0,45	0,52	0,59	1,34	0,42	0,81	1,00	1,59	1,38	1,22	1,51	1,86	2,21	1,17	1,61	1,94	1,97	2,14	2,06	2,30	2,11	2,34	2,29

Elaborado por: Los autores

En el cuadro 30 se encuentran representados los costos de producción de cada uno de los tratamientos de nuestra investigación, en el que podemos observar que el menor costo tienen los tratamientos T22 lechero rojo + extracto de sauce + tierra negra y aserrín y T24 lechero rojo + extracto de lechero + tierra negra y aserrín, con un valor similar de USD 51,97, debido al bajo costo de las estacas del lechero rojo, del enraizante que es de origen natural; seguido de los tratamientos T21 lechero rojo + extracto de sauce + tierra negra y pomina y T23 lechero rojo + extracto de lechero + tierra negra y pomina con USD 52,97 por parcela. Y los de mayor costo fueron los tratamientos T1 aliso + hormonagro + tierra negra y pomina y T9 álamo + hormonagro + tierra negra y pomina con USD 67,97 cada uno, por parcela.

Realizando el análisis económico de esta investigación podemos observar que los tratamientos de mayor costo/beneficio es T23 lechero rojo + extracto de lechero + tierra y negra y pomina con USD 2,34 por cada dólar de inversión, seguido por el T21 lechero rojo + extracto de sauce + tierra negra y pomina con USD 2,30 por cada dólar de inversión. El beneficio menor en este ensayo es T1 aliso + hormonagro + tierra negra y pomina con USD (0,85) se pierde por cada dólar de inversión.

Con los resultados obtenidos al realizar el análisis económico, se observó que los costos de producción varían directamente por los materiales, insumos y sustratos que fueron usados en los diferentes tratamientos, es así que los demás rubros son exactamente iguales, para el cálculo de la rentabilidad de esta investigación tomamos el precio de mercado de las especies forestales sometidas a evaluarse, y el porcentaje de plantas comerciales, por lo que podemos establecer la relación costo/beneficio, obteniendo perdidas en algunos tratamientos y también ganancias aceptables en otros, como es el caso del tratamiento T23 que arrojó un beneficio de USD. 2,34 con una utilidad de USD. 70,87 por unidad.

CONCLUSIONES

- En esta investigación se puede concluir que en cuanto a las 3 especies forestales en estudio, el lechero rojo fue el mejor, ya que obtuvo los mejores promedios en las 7 variables evaluadas.
- En la especie forestal aliso se obtuvo en plantas comerciales un 10% con el mejor tratamiento T1 (aliso + hormonagro + sustrato 1), lo cual es muy bajo comparado con lo que obtiene en plantas comerciales el Vivero los Alisos, que es el 55%.
- En la especie forestal álamo en plantas comerciales se obtuvo un 30% con el mejor tratamiento T14 (álamo + extracto de sauce + sustrato 2), esto comparado con el Vivero Belisario Quevedo que llega a tener en plantas comerciales el 75%, es muy bajo.
- De los dos sustratos utilizados en la especie forestal lechero rojo existió una ligera inclinación hacia el sustrato 1 (tierra negra + pomina), ya que sobresale en 4 de las 7 variables evaluadas.
- En cuanto a los sustratos utilizados en la especie forestal álamo, se puede concluir que el sustrato 2 (tierra negra + aserrín) surtió mejor efecto, sobresaliendo en las 7 variables evaluadas.
- En cuanto a los sustratos utilizados en la especie forestal aliso, se puede concluir que el sustrato 1 (tierra negra + pomina) fue el mejor obteniendo buenos resultados para 4 de las 7 variables evaluadas.
- Como pudimos observar en toda la investigación el mejor resultado de beneficio/costo fue el T23 (lechero rojo + extracto de lechero + sustrato 1), obteniendo una relación de 2,34 dólares.

RECOMENDACIONES

- Para el enraizamiento de la especie forestal álamo utilizar como enraizante el extracto natural de sauce, porque dio un buen resultado en esta especie, como lo podemos observar en el tratamiento T14 arrojando un resultado superior al de los demás.
- En la especie forestal aliso se recomienda utilizar el enraizante químico hormonagro, el cual dio mejores resultados en esta especie, ya que se pudo apreciar un buen sistema radicular.
- Implementar investigaciones de enraizamiento dentro y fuera de un umbráculo, para corroborar si en verdad el lechero rojo se adapta a todo tipo de clima, y las especies forestales aliso y álamo desarrollan de mejor forma sus raíces.
- Para el enraizamiento de la especie forestal lechero rojo y aliso se recomienda utilizar el sustrato 1 (tierra negra + pomina), y para el álamo el sustrato 2 (tierra negra + aserrín), ya que fueron los que mejor resultado dieron en esta investigación.
- Se recomienda el uso del tratamiento T23 (lechero rojo + extracto de lechero + sustrato 1), por ser la mejor alternativa técnica y económica para el enraizamiento de la especie forestal lechero rojo.
- El enraizante que dio mejor resultado en la especie forestal Aliso es el Hormonagro, para el Álamo es el extracto de Sauce y para el Lechero Rojo es el Extracto de Lechero.
- En futuras investigaciones realizar ensayos por especies forestales individuales, donde los factores en estudio sean: tiempos de sumergimiento y métodos de aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Agenjo, C. 1994.** Enciclopedia de agricultura. Madrid, España : s.n., 1994. p. 989.
- Agusti. 2004.** Técnicas de propagación. s.l. : Universidad Nacional de Ucayali , 2004.
- Alpusig, Juan. 2013.** Vivero forestal Belisario Quevedo. Latacunga, Ecuador : s.n., 2013.
- Ansorena, J. 1995.** Propiedades físicas de los sustratos. 1995. pp. 217-218.
- Biloni, J. 1998.** Árboles autóctonos Argentinos. Buenos Aires, Argentina : s.n., 1998. pp. 84-95.
- Brown, H. 1993.** La naturaleza y el hombre en las selvas de montañas. *Desarrollo agroforestal en comunidades rurales del noreste*. Buenos Aires, Argentina : s.n., 1993. pp. 53-68.
- Brownles, P. and Matthews, K. 1998.** Técnicas de propagación de especies nativas por estacas. Chiloe, Chile : instituto de investigaciones ecologicas chiloe (IIECH), 1998. p. 10.
- Cerón, C. 2003.** Manual de botánica sistemática, etnobotánica y métodos de estudio en el Ecuador. Quito, Ecuador : s.n., 2003. pp. 115-116.
- Cesa, S. 1993.** Usos tradicionales de las especies forestales nativas en el Ecuador. Quito, Ecuador : s.n., 1993. p. 52.
- Chulca, P. 1998.** Residuos Madereros. [Online] 1998. [Cited: 11 06, 2013.] [http://www.ecoportel.net/Temas_Especiales/Educacion_Ambiental/Aprovechando_los_Residuos_Madereros/\(offset\)/20](http://www.ecoportel.net/Temas_Especiales/Educacion_Ambiental/Aprovechando_los_Residuos_Madereros/(offset)/20).
- Cozzo, D. 1999.** Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Córdoba, Argentina : s.n., 1999. pp. 572-578.
- DEAQ. 2012.** Diccionario de especialidades agroquímicas. Fertilizantes agroquímicos PLM. Tercera edición Quito, Ecuador : s.n., 2012. pp. 510-511.
- Díaz, R. 1994.** Enraizamiento de estacas juveniles de cedrela odorata L. Turrialba. Camaguey, Costa Rica : s.n., 1994. pp. 49-56.
- Edifarm. 2004.** Vademecum agrícola. Quito, Ecuador : s.n., 2004. pp. 100-104.
- Fanlo, J. 2000.** Prácticas de plantación. Saragoza, España : s.n., 2000. pp. 51-62.
- FAO. 1993.** Los alamos y los sauces. Colección FAO: montes #10. Roma, Italia : s.n., 1993. p. 349.
- Faucon, Philippe. 2005.** Desert Tropicals. [Online] 2005. [Cited: 09 05, 2012.] http://www.desert-tropicals.com/Plants/Euphorbiaceae/Euphorbia_cotinifolia.html.

- Garate, M. 2010.** Técnicas de propagación por estacas. s.l., Perú : Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Agronomía, 2010. pp. 3-25.
- Garciduenas, R. 1992.** Fisiología vegetal aplicada. Chapingo, México : Univerdidad Autónoma de Chapingo, 1992. pp. 172-173.
- Grijpma, P. 1995.** Manuales para educación agropecuaria, producción forestal. Cali, Colombia : s.n., 1995. pp. 68-69.
- Hans, C. 2001.** Árboles para reforestar las tierras altas de la región interandina del Ecuador. Riobamba, Ecuador : s.n., 2001. pp. 17-19, 130-132.
- Hartman, K. 1998.** Propagación de plantas. Toronto, Canada : s.n., 1998. pp. 44-45, 263-274.
- Hartmann, H. and Kester, D. 1995.** *Propagación de plantas. Principios y prácticas.* 4ta. s.l. : Continental, 1995.
- Heede, V. 1991.** El estaquillado, guá práctica para el estaquillado de las plantas. Madrid, Espana : s.n., 1991. pp. 150-157.
- Hermida, María del Carmen. 2007.** Verde Chaco. [Online] 2007. [Cited: Agosto 19, 2012.] <http://www.arbolesdelchaco.blogspot.com>.
- Hung, J. 1997.** Los Árboles. Chicago, Estados Unidos : s.n., 1997. pp. 168-181.
- Japón Gualán, Angel. 2013.** Vivero forestal aliso. Latacunga, Ecuador : s.n., 2013.
- Jhonson, R. and Raymont, J. 1998.** Efectos fidiológicos de sustratos sobre materiales de propagación. [Online] 1998. [Cited: 11 05, 2013.] <http://books.google.com.ec/books?id=9AZkrsX0D21C&pg=PA54>.
- Kremer, P. 1996.** Árboles. Valladolid, Espana : s.n., 1996. pp. 102-112.
- Lancaster, R. 1996.** Árboles de ornamento. 1996. pp. 107-110.
- Latorre, F. 1992.** Fisiología Vegetal. Quito, Ecuador : Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1992. pp. 168-173.
- Leakeys, F. 1991.** Propagación vegetativa de especies forestales, enraizamiento de estacas suculentas. Montevideo, Uruguay : s.n., 1991. pp. 113-133.
- León, Paulina. 1995.** Especies forestales en la ciudad de Riobamba. *Tesis.* Riobamba, Ecuador : s.n., 1995.
- Miranda, J. 1995.** Cultivos ornamentales. Barcelona, Espana : s.n., 1995. pp. 161-177.
- Montes, J. 2003.** Algunas formas de reforestar la tierra. Manual de uso práctico. Bogotá, Colombia : s.n., 2003. pp. 15-45.

- Morales, J. 1995.** Riqueza de Árboles en las yungas Argentinas. Tucuman, Argentina : s.n., 1995. pp. 34-43.
- Morales, Jesús. 2010.** InfoJardin. [Online] 2010. [Cited: Agosto 18, 2012.] <http://www.infojardin.com>.
- Ortiz, V. 1992.** Manual de Edafología. Chapingo, México : Universidad Autónoma de Chapingo, 1992. pp. 66-77.
- Padilla, W. 2000.** El suelo componente importante del ecosistema. Quito, Ecuador : s.n., 2000. pp. 144-146.
- Panella, J. 1992.** Árboles de jardín. Santiago, Chile : s.n., 1992. p. 219.
- Piretell, D. 1995.** Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra Peruana. Lima, Perú : s.n., 1995. pp. 11-15.
- Ríos, A. 2000.** Medio ambiente, bosques y técnicas forestales. Quito, Ecuador : s.n., 2000. pp. 87-108.
- Rodríguez, J. and Nieto, V. 2002.** Aplicación de los métodos de estacas e injertos para la propagación vegetativa de especies forestales. Bogotá, Colombia : s.n., 2002. pp. 41-52.
- Ruiz, L. 1998.** Efecto de la aplicación de AIB y época de recolección sobre el enraizamiento de estacas semilenosas. *Trabajo de grado*. Quillota : Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 1998. p. 46.
- Sampat, A. 2000.** Física de suelos, principios y aplicaciones. Juárez, México : s.n., 2000. p. 350.
- Sanchez de Lorenzo-Cáceres, José Manuel. 2001.** Árboles ornamentales. [Online] 2001. [Cited: 11 07, 2013.] <http://www.arbolesornamentales.es/euphorbiacotinifolia.htm>.
- Sanhueza, S. 1998.** Cultivo de Aliso (*Alnus-jorulliensis*). Santiago, Chile : s.n., 1998. pp. 132-151.
- Soto, P. 2004.** Reproducción vegetativa por estacas en especies forestales, mediante el uso de plantas madres, juvenes y adultas. 2004. pp. 3-11.
- Tortorelli, L. 1996.** Maderas y bosques Argentinos. Buenos Aires, Argentina : ACME, 1996.
- Valenzuela, H. 1992.** Propagación de plantas. Principios y prácticas. 2da. Guadalajara, México : s.n., 1992. pp. 255-368.
- Velastegui, Ramiro. 2005.** Alternativas ecológicas para el manejo integrado fitosanitario en los cultivos. Ambato, Ecuador : s.n., 2005. pp. 105-134.

ANEXOS

**Anexo 1. Cuadro de doble entrada con los datos de campo de las variables:
porcentaje de estacas brotadas y longitud de raíz**

VARIABLES

Tratamientos	Especies	Enraizantes	Sustratos	Repeticiones	1	2
1	1	1	1	1	18	1.57
1	1	1	1	2	20	1.33
1	1	1	1	3	30	1.80
2	1	1	2	1	8	0.87
2	1	1	2	2	10	0.97
2	1	1	2	3	16	1.83
3	1	2	1	1	16	1.37
3	1	2	1	2	6	0.63
3	1	2	1	3	16	1.40
4	1	2	2	1	10	1.07
4	1	2	2	2	16	1.27
4	1	2	2	3	16	1.30
5	1	3	1	1	32	1.93
5	1	3	1	2	18	0.93
5	1	3	1	3	40	2.53
6	1	3	2	1	8	0.80
6	1	3	2	2	4	0.47
6	1	3	2	3	16	2.73
7	1	4	1	1	24	2.67
7	1	4	1	2	14	1.43
7	1	4	1	3	16	1.80
8	1	4	2	1	24	1.67
8	1	4	2	2	20	2.31
8	1	4	2	3	22	1.67
9	2	1	1	1	64	8.07
9	2	1	1	2	30	5.20
9	2	1	1	3	56	2.53
10	2	1	2	1	40	1.50
10	2	1	2	2	18	1.00
10	2	1	2	3	70	1.47
11	2	2	1	1	32	4.53
11	2	2	1	2	38	6.73
11	2	2	1	3	38	2.40
12	2	2	2	1	42	5.80
12	2	2	2	2	34	4.60
12	2	2	2	3	56	6.47
13	2	3	1	1	74	6.50
13	2	3	1	2	40	4.80
13	2	3	1	3	38	5.00
14	2	3	2	1	66	5.13

VARIABLES

Tratamientos	Especies	Enraizantes	Sustratos	Repeticiones	1	2
14	2	3	2	2	56	5.60
14	2	3	2	3	56	4.00
15	2	4	1	1	30	4.37
15	2	4	1	2	40	2.93
15	2	4	1	3	26	3.93
16	2	4	2	1	52	8.80
16	2	4	2	2	38	7.73
16	2	4	2	3	40	5.47
17	3	1	1	1	86	9.87
17	3	1	1	2	82	9.40
17	3	1	1	3	82	7.00
18	3	1	2	1	82	16.47
18	3	1	2	2	74	12.80
18	3	1	2	3	94	10.51
19	3	2	1	1	82	9.73
19	3	2	1	2	90	11.07
19	3	2	1	3	86	14.62
20	3	2	2	1	76	15.11
20	3	2	2	2	84	10.87
20	3	2	2	3	84	14.70
21	3	3	1	1	94	11.75
21	3	3	1	2	80	9.80
21	3	3	1	3	80	19.55
22	3	3	2	1	78	14.00
22	3	3	2	2	72	13.67
22	3	3	2	3	78	13.53
23	3	4	1	1	96	12.55
23	3	4	1	2	80	14.73
23	3	4	1	3	82	13.90
24	3	4	2	1	86	14.65
24	3	4	2	2	80	16.13
24	3	4	2	3	82	21.73

**Anexo 2. Cuadro de doble entrada con los datos de campo de las variables:
número de brotes por estaca, promedio de hojas por estaca, promedio de
longitud de brote, peso de raíz y número de plantas comerciales**

VARIABLES

Tratamientos	Especies	Enraizantes	Sustratos	Repeticiones	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1.20	2.33	5.40	1.03	5
1	1	1	1	2	0.73	2.07	5.45	1.22	4
1	1	1	1	3	1.73	4.21	5.50	1.20	6
2	1	1	2	1	0.53	0.87	5.80	1.50	1
2	1	1	2	2	0.53	1.13	6.30	1.02	1
2	1	1	2	3	0.67	1.40	6.93	1.14	2
3	1	2	1	1	0.87	1.93	5.83	1.35	4
3	1	2	1	2	0.27	0.67	5.67	1.21	2
3	1	2	1	3	0.80	2.70	5.80	1.24	1
4	1	2	2	1	0.47	1.13	5.97	1.33	0
4	1	2	2	2	0.67	1.67	6.40	1.45	1
4	1	2	2	3	0.60	2.00	6.00	1.23	1
5	1	3	1	1	1.20	3.27	6.83	1.43	1
5	1	3	1	2	0.53	1.60	5.52	1.34	0
5	1	3	1	3	1.86	3.80	5.43	1.11	3
6	1	3	2	1	0.53	0.93	5.23	1.19	0
6	1	3	2	2	0.13	0.53	6.14	1.18	0
6	1	3	2	3	1.00	2.07	5.90	1.29	2
7	1	4	1	1	1.27	3.13	5.50	1.27	1
7	1	4	1	2	0.40	1.47	6.07	1.00	2
7	1	4	1	3	0.60	1.53	6.80	1.02	4
8	1	4	2	1	0.67	2.00	5.50	1.11	2
8	1	4	2	2	0.87	3.00	5.53	1.34	2
8	1	4	2	3	1.07	2.26	6.68	1.18	1
9	2	1	1	1	1.53	5.73	6.20	1.27	8
9	2	1	1	2	0.93	3.33	6.09	1.10	5
9	2	1	1	3	1.13	4.40	8.43	1.34	10
10	2	1	2	1	1.20	3.30	5.58	1.09	9
10	2	1	2	2	1.20	3.33	6.13	1.01	5
10	2	1	2	3	3.67	6.66	9.80	2.98	17
11	2	2	1	1	1.00	1.67	5.97	1.20	7
11	2	2	1	2	0.80	2.20	5.09	1.20	6
11	2	2	1	3	0.47	3.87	6.70	1.09	8
12	2	2	2	1	1.20	4.33	5.47	1.00	7
12	2	2	2	2	0.87	3.47	6.54	1.33	6
12	2	2	2	3	2.13	5.09	10.47	1.64	9

VARIABLES

Tratamientos	Especies	Enraizantes	Sustratos	Repeticiones	3	4	5	6	7
13	2	3	1	1	2.07	6.00	6.26	1.00	11
13	2	3	1	2	1.26	6.07	7.07	1.28	10
13	2	3	1	3	0.67	3.97	5.98	1.38	7
14	2	3	2	1	1.13	1.67	5.77	1.93	15
14	2	3	2	2	1.53	4.67	6.40	1.83	12
14	2	3	2	3	1.47	7.80	10.40	1.43	9
15	2	4	1	1	0.80	1.93	6.49	1.56	7
15	2	4	1	2	0.47	3.20	5.67	1.00	8
15	2	4	1	3	0.80	4.60	6.27	1.55	6
16	2	4	2	1	2.13	7.60	8.47	1.70	17
16	2	4	2	2	1.40	6.20	6.87	1.43	12
16	2	4	2	3	0.67	4.60	5.60	1.38	15
17	3	1	1	1	4.73	10.27	8.23	2.80	35
17	3	1	1	2	2.40	10.53	10.33	2.93	37
17	3	1	1	3	3.33	6.94	6.75	2.28	38
18	3	1	2	1	3.33	6.93	8.32	2.19	29
18	3	1	2	2	3.13	7.73	9.03	2.00	28
18	3	1	2	3	3.00	9.47	14.45	2.05	38
19	3	2	1	1	2.93	8.00	14.47	1.40	40
19	3	2	1	2	3.13	9.07	15.67	2.25	42
19	3	2	1	3	3.87	9.47	9.15	1.49	43
20	3	2	2	1	5.73	7.53	14.80	2.60	31
20	3	2	2	2	5.73	12.67	15.20	2.50	38
20	3	2	2	3	5.20	8.89	7.95	1.36	39
21	3	3	1	1	4.20	8.38	9.71	1.72	41
21	3	3	1	2	4.33	9.67	14.53	2.27	38
21	3	3	1	3	4.60	7.89	11.69	2.47	38
22	3	3	2	1	3.87	8.73	12.93	2.33	36
22	3	3	2	2	3.33	8.73	14.20	2.90	34
22	3	3	2	3	4.07	7.03	8.77	1.63	35
23	3	4	1	1	3.67	6.00	15.56	1.28	42
23	3	4	1	2	3.60	12.13	14.73	2.43	38
23	3	4	1	3	3.60	8.33	10.84	1.40	39
24	3	4	2	1	3.47	6.81	7.22	1.57	37
24	3	4	2	2	3.60	9.53	9.13	2.77	38
24	3	4	2	3	3.33	7.62	6.08	1.95	39

**Anexo 3. Cuadro de Resumen de las Variables en la localidad de Mulalillo –
Cotopaxi, 2011 - 2012**

CUADRO RESUMEN DE LAS VARIABLES													
Porcentaje de estacas brotadas		Longitud de raíz (cm)		Número de brotes por estaca		Número de hojas por estaca		Longitud del brote (cm)		Peso de la raíz (g)		Número de plantas comerciales	
Tratamiento	Promedio	Tratamiento	Promedio	Tratamiento	Promedio	Tratamiento	Promedio	Tratamiento	Promedio	Tratamiento	Promedio	Tratamiento	Promedio
T19: a3b2c1	86.00	T24: a3b4c2	17.50	T20: a3b2c2	5.55	T20: a3b2c2	9,7	T23: a3b4c1	13,71	T17: a3b1c1	2,67	T19: a3b2c1	41.67
T23: a3b4c1	86.00	T22: a3b3c2	13.73	T21: a3b3c1	4.38	T17: a3b1c1	9,25	T19: a3b2c1	13,1	T22: a3b3c2	2,29	T23: a3b4c1	39.67
T21: a3b3c1	84.67	T23: a3b4c1	13.73	T22: a3b3c2	3.76	T19: a3b2c1	8,85	T20: a3b2c2	12,65	T20: a3b2c2	2,15	T21: a3b3c1	39.00
T17: a3b1c1	83.33	T21: a3b3c1	13.70	T23: a3b4c1	3.62	T23: a3b4c1	8,82	T21: a3b3c1	11,98	T21: a3b3c1	2,15	T24: a3b4c2	38.00
T18: a3b1c2	83.33	T20: a3b2c2	13.56	T17: a3b1c1	3.49	T21: a3b3c1	8,65	T22: a3b3c2	11,97	T24: a3b4c2	2,1	T17: a3b1c1	36.67
T24: a3b4c2	82.67	T18: a3b1c2	13.26	T24: a3b4c2	3.47	T22: a3b3c2	8,16	T18: a3b1c2	10,6	T18: a3b1c2	2,08	T20: a3b2c2	36.00
T20: a3b2c2	81.33	T19: a3b2c1	11.81	T19: a3b2c1	3.31	T18: a3b1c2	8,04	T17: a3b1c1	8,44	T14: a2b3c2	1,73	T22: a3b3c2	35.00
T22: a3b3c2	76.00	T17: a3b1c1	8.76	T18: a3b1c2	3.15	T24: a3b4c2	7,99	T14: a2b3c2	7,52	T19: a3b2c1	1,71	T18: a3b1c2	31.67
T14: a2b3c2	59.33	T16: a2b4c2	7.33	T10: a2b1c2	2.02	T16: a2b4c2	6,13	T12: a2b2c2	7,49	T23: a3b4c1	1,7	T14: a2b3c2	14.67
T13: a2b3c1	50.67	T12: a2b2c2	5.62	T12: a2b2c2	1.40	T13: a2b3c1	5,35	T24: a3b4c2	7,48	T10: a2b1c2	1,69	T1: a2b4c2	12.00
T9: a2b1c1	50.00	T13: a2b3c1	5.43	T16: a2b4c2	1.40	T14: a2b3c2	4,71	T10: a2b1c2	7,17	T16: a2b4c2	1,5	T10: a2b1c2	10.33
T12: a2b2c2	44.00	T9: a2b1c1	5.27	T14: a2b3c2	1.38	T9: a2b1c1	4,49	T16: a2b4c2	6,98	T15: a2b4c1	1,37	T13: a2b3c1	9.33
T16: a2b4c2	43.33	T14: a2b3c2	4.91	T13: a2b3c1	1.33	T10: a2b1c2	4,43	T9: a2b1c1	6,91	T4: a1b2c2	1,34	T9: a2b1c1	7.67
T10: a2b1c2	42.67	T11: a2b2c1	4.55	T1: a1b1c1	1.22	T12: a2b2c2	4,3	T13: a2b3c1	6,44	T12: a2b2c2	1,32	T12: a2b2c2	7.33
T11: a2b2c1	36.00	T15: a2b4c1	3.74	T5: a1b3c1	1.20	T15: a2b4c1	3,24	T2: a1b1c2	6,34	T5: a1b3c1	1,29	T15: a2b4c1	7.00
T15: a2b4c1	32.00	T7: a1b4c1	1.97	T9: a2b1c1	1.20	T5: a1b3c1	2,89	T15: a2b4c1	6,14	T3: a1b2c1	1,27	T11: a2b2c1	7.00
T5: a1b3c1	30.00	T8: a1b4c2	1.88	T8: a1b4c2	0.87	T1: a1b1c1	2,87	T4: a1b2c2	6,12	T9: a2b1c1	1,24	T1: a1b1c1	5.00
T8: a1b4c2	22.00	T5: a1b3c1	1.80	T11: a2b2c1	0.76	T11: a2b2c1	2,58	T7: a1b4c1	6,12	T6: a1b3c2	1,22	T7: a1b4c1	2.33
T1: a1b1c1	22.00	T1: a1b1c1	1.57	T7: a1b4c1	0.76	T8: a1b4c2	2,42	T5: a1b3c1	5,93	T13: a2b3c1	1,22	T3: a1b2c1	2.33
T7: a1b4c1	18.00	T6: a1b3c2	1.33	T15: a2b4c1	0.69	T7: a1b4c1	2,04	T11: a2b2c1	5,92	T2: a1b1c2	1,22	T8: a1b4c2	1.67
T4: a1b2c2	14.00	T10: a2b1c2	1.32	T3: a1b2c1	0.65	T3: a1b2c1	1,77	T8: a1b4c2	5,9	T8: a1b4c2	1,21	T5: a1b3c1	1.33
T3: a1b2c1	12.67	T2: a1b1c2	1.22	T4: a1b2c2	0.58	T4: a1b2c2	1,6	T3: a1b2c1	5,77	T11: a2b2c1	1,16	T2: a1b1c2	1.33
T2: a1b1c2	11.33	T4: a1b2c2	1.21	T2: a1b1c2	0.58	T6: a1b3c2	1,18	T6: a1b3c2	5,76	T1: a1b1c1	1,15	T6: a1b3c2	0.67
T6: a1b3c2	9.33	T3: a1b2c1	1.13	T6: a1b3c2	0.55	T2: a1b1c2	1,13	T1: a1b1c1	5,45	T7: a1b4c1	1,1	T4: a1b2c2	0.67

Elaborado por: Los autores



Anexo 4. Umbráculo de plástico, donde se ubicó el ensayo



Anexo 5. Elaboración del extracto de lechero



Anexo 6. Elaboración del extracto de sauce



Anexo 7. Extractos naturales ya elaborados



Anexo 8. Siembra de las estacas



Anexo 9. Lechero rojo a la cuarta semana



Anexo 10. Estacas de álamo a la quinta semana



Anexo 11. Estacas de aliso a la sexta semana



Anexo 12. Ensayo a la semana 15



Anexo 13. Toma de datos, lavado de raíces



Anexo 14. Toma de datos, balanza digital (peso de raíz), probeta (volumen de raíz)



Anexo 15. Toma de datos, longitud de brote y longitud de raíz

Anexo 16. Ubicación del Ensayo

YAMBO

