

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en
Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Escuela de Ingeniería Forestal

PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL POROTÓN
Erythrina edulis Triana ex Micheli UTILIZANDO TRES
PROCEDENCIAS , TRES DIÁMETROS DE ESTACAS CON Y
SIN HORMONAS EN LA GRANJA EXPERIMENTAL
" LA PRADERA " PROVINCIA DE IMBABURA

Proyecto de Tesis
presentado como requisito para optar
por el título de Ingeniero Forestal

AUTOR

NELSON PATRICIO GARCÍA BURBANO

Ibarra - Ecuador

2008

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

AREA ACADEMICA: REPOBLACIÓN FORESTAL

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN DE MATERIAL
VEGETATIVO POR ESTACAS DE ESPECIES FORESTALES**

**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL POROTÓN
Erythrina edulis Triana ex Micheli UTILIZANDO TRES
PROCEDENCIAS , TRES DIÁMETROS DE ESTACAS CON
Y SIN HORMONA EN LA GRANJA EXPERIMENTA
" LA PRADERA " PROVINCIA DE IMBABURA**

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

INGENIERO FORESTAL

Aprobada:

Ing. Aníbal Arévalo

DIRECTOR

Ing. Carlos Aguirre

ASESOR

Ing. Edgar Vásquez

ASESOR

Ing. Walter Palacios

ASESOR

Ibarra - Ecuador

2008

DEDICATORIA

La presente investigación dedico a mi familia, que me apoyó en todo momento hasta la culminación de mi carrera universitaria, es por ello, que doy gracias a Dios por permitirme tenerlos conmigo.

El apoyo desinteresado de compañeros, vecinos y amigos que me motivaron a seguir adelante hasta alcanzar el objetivo de culminar el presente trabajo.

PATRICIO GARCÍA

AGRADECIMIENTO

Expreso mi especial agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Escuela de Ingeniería Forestal, a mis *maestros* y *amigos* que supieron transmitir sus conocimientos durante y después de culminar mis estudios.

Mi gratitud imperecedera a los ingenieros: Aníbal Arévalo, Carlos Aguirre, Edgar Vásquez y Walter Palacios, por su asesoramiento y valioso apoyo en esta investigación.

A mis compañeros: ingeniero Henry Quiroz y licenciada Ena Burbano, mi sincero reconocimiento, por las sugerencias y correcciones emitidas en este trabajo.

Al personal Docente y Administrativo que labora en la UTN, en especial al ingeniero Galo Varela, economista Armando Estrada, doctor Galo Rosales, ingeniero Washington Estrada, e ingeniero Marco Cahueñas.

ÍNDICE

Contenido	Pag
CAPÍTULO I	
1. Introducción.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.1.1 Objetivos específicos.....	2
1.1.2 Hipótesis.....	2
CAPÍTULO II	
2. Revisión de Literatura.....	3
2.1 Ubicación taxonómica de la especie	3
2.2 Descripción botánica.....	3
2.3 Ecología.....	4
2.4 Características silviculturales.....	6
2.5 Manejo.....	9
2.6 Importancia de <i>Erythrina edulis</i>	10
2.7 Rendimiento de <i>Erythrina edulis</i>	13
2.8 Podas.....	13
CAPÍTULO III	
3. Materiales y métodos.....	14
3.1.1 Materiales de campo	14
3.1.2 Materiales de oficina.....	14
3.2 Métodos	15
3.2.1 Área de estudio	15
3.2.2 Factores de estudio	16
3.2.3 Tratamientos.....	16

3.2.4	Diseño Experimental	17
3.2.5	Simbología de tratamientos en estudio	18
3.2.6	Unidad Experimental	19
3.2.7	Análisis de Varianza.....	19
3.2.8	Prueba de Tukey.....	20
3.3	Variables evaluadas	20
3.3.1	Manejo específico del experimento	20
3.3.2	Instalación del ensayo	20
3.4	Modelo estadístico.....	21
3.5	Croquis de campo	23
3.6	Preparación de sustrato.....	24
3.7	Enfundado	24
3.8	Preparación de estacas	24
3.9	Implantación y señalamiento	24
3.10	Aplicación de hormonas.....	25
3.11	Labores culturales	25
3.12	Toma de datos	26
3.13	Costos de producción.....	27

CAPÍTULO IV

4.	Resultados.....	28
4.1	Sobrevivencia.....	28
4.2	Brotación	29
4.3	Longitud de rebrotes.....	31
4.4	Efecto de la hormona	34
4.5	Enraizamiento.....	37
4.6	Costos.....	39

CAPÍTULO V

5. Discusión.....	40
-------------------	----

CAPÍTULO VI

6. Conclusiones.....	43
----------------------	----

CAPÍTULO VII

7. Recomendaciones.....	44
-------------------------	----

CAPÍTULO VIII

8. Resumen	45
------------------	----

CAPÍTULO IX

9. Summary	46
------------------	----

CAPÍTULO X

10. Bibliografía	47
------------------------	----

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pag.
01	Composición química de las semillas tiernas de <i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	11
02	Evaluación de minerales nutritivos de semilla y vaina de <i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	12
03	Proteína cruda de algunos follajes comparados con <i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	12
04	Simbología de tratamientos en estudio.....	18
05	Esquema ADVA (Preliminar).....	19
06	Tratamientos, claves, número de plantas por procedencia con y sin estimulante	21
07	Descripción por tratamientos	22
08	Valores de los comparadores a los 210 días	34
Gráficos		Pag.
1	Sobrevivencia.....	28
2	Brotación.....	30
3	Longitud de rebrotes a un cuarto de la estaca.....	31
4	Longitud de rebrotes en una media parte de la estaca	32
5	Longitud de rebrote al tercio superior de la estaca	33
6	Evolución del crecimiento de los rebrotes	35
7	Diámetro promedio de brotes a los 210 días.....	37
8	Longitud de raíces	38
9	Cantidad de raíces	39

ANEXOS

- A1 Mapa de ubicación de la Granja Experimental La Pradera
- A2 Precipitación
- A3 Pluviometría
- A4 Análisis de varianza para la sobrevivencia de brotes
- A5 Análisis de varianza para el aparecimiento de yemas
- A6 Análisis de varianza para longitud de brotes a los 90 días
- A7 Análisis de varianza para longitud de brotes a los 180 días
- A8 Análisis de varianza para diámetros de brotes a los 210 días
- A9 Prueba de Dunnet
- A10 Costos de producción:
 - Costos: Sección B (Terreno)
 - Costos: Sección C (Depreciación)
 - Costos: Sección D (Otros)
 - Costos: Sección E (Mano de obra)
 - Costos: Sección F (Materiales)

FOTOGRAFÍAS

- F1 Procedencia Yahuarcocha
- F2 El Tallo
- F3 Las Hojas
- F4 La Flor
- F5 El Fruto
- F6 Tierra Negra
- F7 Pomina
- F8 Mezcla de sustrato
- F9 Enfundado
- F10 Elaboración de rótulos
- F11 Corte de ramas
- F12 Medición de estacas
- F13 Corte de estacas
- F14 Clasificación de estacas por diámetros
- F15 Colocación de rótulos
- F16 Tipos de hormonas
- F17 Hoyado en fundas
- F18 Aplicación de hormonas

- F19 Plantación de estacas
- F20 Vista general del umbráculo
- F21 Aparecimiento de yemas en las estacas
- F22 Crecimiento de brotes en las estacas
- F23 Altura de brotes
- F24 Medición de alturas de brotes
- F25 Aparecimiento de flores
- F26 Vista general de las plántulas
- F27 Alimentación para bovinos
- F28 Alimentación para conejos
- F29 Alimentación para cuyes

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCION

Los bosques nativos constituyen un recurso natural importante en la sobrevivencia de todos los seres, debido a la gran biodiversidad de especies existentes, nuestro país es considerado uno de los mayores mega diversos del mundo.

Varias entidades han realizado estudios para mejorar y multiplicar aquellas especies útiles para el hombre, entre ellas el porotón *Erythrina edulis* Triana ex Micheli.

Este trabajo pretende aportar al conocimiento de la propagación vegetativa del poroto, que por su importancia en el sector agrícola, medicinal y requiere un tratamiento especial. La especie se usa para la producción de harinas, balanceados, productos elaborados, precocidos y enlatados.

Es una prioridad en el país y el mundo la producción de alimentos originarios del medio, como fuentes nutritivas para el ser humano, así como también para los animales (bovinos, conejos, cuyes y otros). Para ello se pueden utilizar sistemas de producción alternativos como: cercas vivas productivas, cultivos de sombra , árboles en potreros, bancos forrajeros y otros.

Así, se pueden mejorar la calidad de vida de las poblaciones, especialmente del sector rural, los resultados del presente estudio podrán considerarse en los programas de la Universidad vinculados a las comunidades de la provincia y del norte del país.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 GENERAL

Determinar las procedencias y diámetros de estacas con y sin hormonas que resulten más apropiadas para la propagación vegetativa del porotón.

1.2.2 ESPECÍFICOS

- 1) Determinar la sobrevivencia de estacas a los tres y siete meses.
- 2) Analizar la brotación en estacas.
- 3) Analizar el efecto de la hormona.
- 4) Determinar el enraizamiento de estacas a los doscientos setenta días.
- 5) Determinar costos de producción por planta en el vivero en condiciones de investigación.

1.3. HIPÓTESIS

Ho = La sobrevivencia y enraizamiento de las estacas del porotón son similares en cuanto a clases de grosor, así como el efecto hormona, con y sin el estimulante de tres procedencias.

Ha = Por lo menos una de las clases de grosor con y sin estimulante presentará una mayor sobrevivencia y enraizamiento.

CAPÍTULO II

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Información general del poroton

Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Nombre científico:	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex. Micheli
Sinonimia:	<i>E. sculeta</i> , <i>E. loveta</i> , <i>E. magistophylla</i> (Reynel y León 1991).
Nombres comunes:	Chachafruto, Balú, Nupo, Frijol nopaz, Basul, Guimo, Habijuela, Sachafruto, Poruto, en Colombia Guato, Porotón, Cañaro, Camporoto, Frijol de monte, Zapote de cerro, Pajuro en el Ecuador. Pisonay, Anteporoto, Pasugua, Sachaporoto, Pisonay, en Perú. Bucare, Mompás, Frijol Mompás en Venezuela.
Etimología:	El nombre genérico <i>Erythrina</i> proviene del griego <i>Erythros</i> que significa rojo por el color predominante de la flor.

2.2. Descripción Botánica

- **Tamaño:** Es un árbol de hasta 10 m de altura, armados con aguijones pequeños y ramas pronunciadas (Martel 1989).
- **Hojas:** Presenta hojas coriáceas, envés de la hoja glabra; pinnadas con la vena principal o raquis pulverulento. Los folíolos son enteros generalmente con estipulas de formas ovales, elípticas, acuminadas en ápice, comúnmente miden de 10 a 20 cm de largo y de 5 a 15 cm de ancho, con pedicelo de 3 a 8 mm de largo (Martel 1989).

- **Flores:** Son algo pulverulentas, típicamente papilionáceas, con pedúnculo floral que mide aproximadamente de 3 a 18 mm de largo. El cáliz es bilabiado, delgado, de aproximadamente 1 cm de largo y de 8 a 10 mm de ancho. Las flores presentan un estandarte ancho y elíptico de 2 a 3 cm de largo con alas muy pequeñas, miden de 3 a 6 mm de largo y se encuentran ocultas en el cáliz; la quilia es frecuentemente lobado. Todas las especies (menos una de la cual son verdes) son rojas o anaranjadas (Martel 1989).
- **Fruto:** Es una legumbre coriácea, ancha, oblonga lineal moderadamente comprimida entre la inmensa semilla tierna, irregularmente dehiscente, de 15 a 25 cm de longitud y por lo general contiene seis semillas en cada vaina, con estrías entre las semillas (Martel 1989).

2.3. Ecología:

- *El porotón*, está confinada a altitudes de 1000 a 3000 m.s.n.m. aunque se encuentra a elevaciones más bajas (Krukoff 1939).
- Borja & Lasso (1990), señalan que es una especie del bosque húmedo Tropical y bosque muy húmedo Montano Bajo.
- Generalmente se la encuentra al borde de chacras o huertos en un número reducido, asociado con cultivos agrícolas o pastos, prefiere áreas con riego donde la producción de fruto se incrementa (Martel 1989).

2.3.1. Distribución:

El género *Erythrina* cuenta con 108 especies de árboles, arbustos y algunas hierbas. *E. edulis* se encuentra en Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia, Panamá, y Ecuador (Loján 1992)

Krukoff & Barneby (1974), señalan que esta especie en el Ecuador se encuentra en las siguientes provincias: Esmeraldas, Guayas, Pichincha, Tungurahua, Los Ríos, Bolívar, Imbabura, Chimborazo, Cañar, Azuay, Loja, El Oro, Napo – Pastaza (Loján 1992)

Existe otra especie muy parecida, la *Erythrina falcata*, cuya principal diferencia está en las semillas, son muy pequeñas y no son comestibles por ser amargas. Esta especie es conocida con el nombre de cáñaro o sacha guato, es utilizado en cercas vivas, leña y para obtener forraje (Loján 1992).

2.3.2. Suelos:

El porotón prospera bien en suelos con textura arcillosa, como aquellos suelos sueltos y francos, profundos, con un rango de pH de 6.5 a 7.5 (Acero, 1990).

2.4. Características Silviculturales

2.4.1. Fenología:

En cuanto a la floración se ha notado variabilidad en las diferentes zonas donde se encuentra. Observaciones preliminares han permitido definir hasta dos períodos de floración por año (Rodríguez 1985).

Desde el inicio de la floración, inflorescencia, hasta la madurez fisiológica del fruto, transcurren aproximadamente de 5 a 6 meses (Martel 1989).

2.4.2. Características de la semilla:

Son grandes de color marrón oscuro de forma elipsoidal, de tegumento arrugado cuando seca, de 3 a 5 mm de largo, 1.8 a 2.8 mm de ancho. La semilla es comestible cuando está fresca.

El número de semillas frescas es de 146 por kilo y secas 280 por kilo. En un kilo se encuentra un promedio de 175 semillas cuando están secas y menor cuando están frescas.

No se recomienda almacenarlas, sino sembrarlas luego de un remojo de 24 horas (Reynel y León 1990).

2.4.3. Recolección:

Conviene recolectar los frutos cuando empiezan a caerse por su madurez, esto ocurre a los 5 y 6 meses desde la floración; la época de fructificación ocurre en enero y medio mes de febrero (CESA 1992).

Es conveniente aprovechar las semillas cuando están en el árbol porque los frutos caídos al suelo son susceptibles al ataque de gusanos u otros insectos, además de sufrir daños mecánicos (Martel 1989).

2.4.4. Regeneración por semilla:

2.4.4.1 Siembra

La siembra se hace en platabandas o en fundas de polietileno de tamaño 13 x 8 cm colocando la semilla con la parte cóncava hacia abajo y a 2 cm de profundidad.

El sustrato para el enfundado se lo hace de cinco partes de tierra, cuatro de turba y una de arena (Loján 1992).

2.4.4.2. Germinación

La germinación se inicia después de los 11 a 25 días de sembradas las semillas, algunas tardan hasta 43 días en emerger, dependiendo de las condiciones climáticas. Con la aparición de la raíz, después de una a dos semanas aparecen las primeras hojas.

Aparte del riego normal requiere de sombra que luego se irá regulando de acuerdo a su crecimiento y desarrollo foliar. En climas fríos tarda más su germinación (Loján 1992).

2.4.4.3. Repique

En caso de siembra en platabandas, el repique se lo hace a los 30 días después de sembradas, se usa un sustrato de cinco partes de tierra negra, tres de estiércol descompuesto y 1 de pomina, se debe colocarlos si es posible bajo sombra (Loján 1992).

2.4.5. Propagación por estacas

La propagación por estacas se la trasplanta en forma directa al terreno definitivo, se la usa cuando están las estacas frescas y de dimensiones variables, siendo las más frecuentes de 3 a 18 cm de diámetro y de 0.40 a 2.25 cm de largo (Martel 1989) Se afirma que a mayor dimensión de la estaca menor es el daño ocasionado por los animales y el brotamiento es más rápido.

Para la propagación en fundas, se recomienda utilizar estacas de 15 a 30 cm de largo y de 2 a 3 cm de diámetro. Deben permanecer bajo sombra y protegidas del viento para asegurar su prendimiento (Martel 1989).

Los agricultores suelen propagar la especie utilizando estacas de 40 a 45 cm a lo largo del sitio definitivo, sea para fajas en contorno, cortinas rompe vientos, linderos, en sistemas silvopastoriles; labor cultural y que por ser de fácil propagación presenta cualidades positivas como: estructura de copa densa, buena capacidad de rebrote, productora de hojas para forraje, frutos comestibles y postes vivos (Carlson y Añazco 1990).

El color de las estacas es importante definir, las de color gris que tienden a blanquecinas, o verdes tendientes a marrón no son adecuadas.

La superficie debe ser rugosa sin grietas. Cuando las estacas son recolectadas de árboles viejos el prendimiento es menor de 45 a 55%, y cuando son de 3 a 5 años consiguen un prendimiento del 80 a 99%. Normalmente de un árbol se consigue 25 a 30 estacas, realizando la poda de formación.

Se recomienda que una vez plantadas las estacas no se las mueva, (Ocaña 1994). El espaciamiento más recomendable para la plantación es de 5 m entre plantas en una línea para fines de producción de frutos, para cercas vivas se plantan de 1.5 m a 3 m de distancia, crecen 50 cm por año (Loján 1992).

2.4.6. Plagas

Las plantas en viveros son atacadas por una larva barrenadora que penetra en la yema terminal y la planta reacciona bifurcándose pero no muere. En el campo, el ataque lo hace un minador de la hoja que puede defoliar la planta, hay otra plaga del orden lepidóptero *Terastia meticulousalis* que ataca a las semillas (Rodríguez 1991).

2.5. Manejo

Este árbol es caducifolio y para realizar podas es necesario tomar en cuenta el propósito de su siembra, contrariamente disminuiría la producción de frutos (Barrera 1991).

Para producir estacas o ramas largas para entechados de viviendas campesinas se utiliza los tocones, se cortan los árboles a 30 cm del suelo para luego obtener rebrotes. Mediante podas se obtiene forraje para alimentación de los animales, haciéndose dos podas por año, se recomienda un forraje reposado y fresco (Loján, 1992).

Se puede obtener 120 kg de hojas y ramas por árbol y por año incrementando en el ganado la producción lechera en cinco litros diarios (Rodríguez, 1991).

Los árboles producen frutos dos veces al año y se los cosecha cuando alcanzan su madurez fisiológica. La primera en los meses de junio y julio y la segunda de noviembre a diciembre con un promedio de 245 kg por año, (Peralta y Velasco, 1985).

2.6. Importancia de *Erythrina edulis*

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

El valor nutritivo de la semilla es mejor que otros granos provenientes de leguminosas, lo que es requerida en diferentes recetas alimenticias del consumo humano como: tortas, cremas, coladas, dulces, arepas, sancocho

y postres (Acero 1990). Su composición química, proteínas y minerales se detallan en los cuadros 1, 2 y 3.

Se la reemplaza con otras especies para la alimentación de cuyes y conejos como la alfalfa (Reynel y León 1990).

Los campesinos también la usan como medicina casera para curar el reumatismo, tos, desinflamar afecciones bucales y respiratorias (Reynel y León 1990).

Cuadro 1: Composición química de las semillas tiernas del porotón

Fuente: I.C.B.F. (1985)

Parte comestible	100%
Calorías	66
Proteínas	4.0 g
Agua	80.5 g
Grasas	1.0 g
Carbohidratos	13.3 g
Fibra	1.0 g
Cenizas	1.1 g
Calcio	16.0 g
Fósforo	78.0 g
Hierro	1.2 g
Vitamina A	0.0 U.I
Tiamina	0.09 mg
Riboflavina	0.05 mg
Niacina	0.9 mg
Acido ascórbico	15.0 mg

Cuadro 2: Evaluación de minerales nutritivos de semilla y vaina de *Erythrina edulis* (100 gr / muestra seca).

MINERALES	SEMILLA CRUDA	SEMILLA COCIDA	VAINA
Calcio	5	7	32
Magnesio	244	244	244
Sodio	0.11	46	15
Potasio	2113	1337	3879
Fósforo	258	258	208
Azufre	15	12	13
Hierro	8	6	10
Molibdeno	0.17	0.16	0.06
Cobre	0.03	0.04	0.05
Manganeso	0.01	0.01	0.01
Zinc	0.02	0.01	0.03

Información: Proyecto Basul Universidad San Antonio Abad del Cuzco 1988

Cuadro 3: Proteína cruda de algunos follajes comparados con *Erythrina edulis*

ESPECIE	% PROTEINA CRUDA	
Pasto king grass	tallo y hoja	10.9
Pasto guinea	Hoja	10.7
Canavalia ensiformis	Hoja	18.7
Manihot esculenta	Hoja	15.8
Erythrina berteriana	Hoja	24.3
Erythrina edulis	Hoja	24.3*
Erythrina poeppigiana	Hoja	25.4

Fuente: Centro Agronómico Tropical – CATIE. Costa Rica

En *Erythrina* podemos decir que:

- El elemento más abundante es el potasio y el más escaso es el calcio.
- El contenido de los elementos minerales cobre, zinc, y manganeso no alcanzan niveles tóxicos.
- Respecto de la digestibilidad se deduce que de todo el nitrógeno proteico, el 50% es retenido por el organismo y lo restante es eliminado.

2.7. Rendimientos

2.7.1 Producción del fruto.

De acuerdo a Acero (1990), se obtiene la siguiente información:

- Producción de fruto por árbol / año	170 kilos
- Porcentaje de semilla respecto de fruto	54%
- Porcentaje de vaina respecto al fruto	46%
- Rendimiento de fruto fresco a harina seca	16%
- Contenido de humedad de la semilla	82%
- Contenido de humedad de la cáscara de la vaina	90%
- Iniciación de producción de fruto	27 meses
- Vida útil o productiva	40 años
- Árboles por hectárea en cultivo asociado	204
- Árboles por hectárea en cultivo homogéneo	400
- Árboles por kilómetro de cerca viva	500

2.8. Podas

Se recomienda realizar podas de la siguiente forma:

Primera: a los 12 meses de la siembra

Segunda: a los 6 meses del primer corte

Tercera: a los 6 meses del segundo corte

En adelante a los 4 meses (Acero 1990).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1. Materiales de campo

- Cinta diamétrica
- Cinta métrica
- Cámara fotográfica
- Gavetas
- Estacas
- Flexómetro
- Lápiz
- Papel
- Palancones
- Sierra
- Rótulos de identificación
- Tijeras de podar
- Fundas de polietileno

3.1.2. Materiales de oficina

- Calculadora
- Computador
- Impresora

3.2. MÉTODOS

3.2.1 Área de Estudio

La investigación se realizó en la granja Experimental “La Pradera” ubicada en la Parroquia San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura.

Según, Vallejos (1997) y Gallo (2005), la información de la zona es la siguiente:

- ZONA DE VIDA: Bosque seco Montano Bajo (bs –MB)
- COORDENADAS: Latitud = 00° 22´00” N
Longitud = 78° 33´ W
- ALTITUD: 2333 - 2374 m.s.n.m
- SUELO: Mezcla de sustrato
(Tierra negra- pomina – humus)
- PRECIPITACIÓN: 582.2 mm anuales y el mes más seco en agosto con 27.9 mm.
- TEMPERATURA: Mínima: Presencia de heladas 0-1 °C
Media: 17.1 °C
Máxima: 22.2 °C
- HUMEDAD RELATIVA: 68.9 %
- EVAPORACION : 1179.6 mm en el período lluvioso
- HELIOFANIA (horas sol): 39.8 %
- NUBOSIDAD (%): 34.6 y 36.6
- VIENTO (velocidad): 3.4 km/h
- EXTENSION: 27.42 has. (área total de la granja)

3.2.2 Factores en estudio

Esta investigación contempló dos fases:

- **Primera:** recolección de material vegetativo de las procedencias y diámetros de las estacas en tres clases de grosor.

Procedencia 1: Yahuarcocha (Imbabura)

Procedencia 2: Atuntaqui (Imbabura)

Procedencia 3: La Primavera (Imbabura)

Diámetro 1: menor de 2.5 cm

Diámetro 2: de 3.0 a 4.0 cm

Diámetro 3: de 4.5 a 6.0 cm

- **Segunda:** Instalación del ensayo en el vivero.

3.2.3 Tratamientos

Se usaron combinaciones de procedencias y clases de grosor, con la aplicación de hormonas en el momento de la siembra, a los 15 días se aplicó después de la siembra (Raizal) con una dosificación de cinco partes por millón y sin estimulantes, en total 18 tratamientos. (ver cuadro 4)

3.2.4 Diseño Experimental

En razón de que la investigación se realizó en un ambiente controlado-vivero, se aplicó el diseño experimental Irrestricto al Azar, con cinco observaciones por tratamiento. El esquema del análisis de Varianza se presenta en los cuadros 4 y 5, el desagregado en el cuadro 6 con arreglo factorial 3 x 3 x 2.

3 = Procedencias

3 = Diámetros

2 = Con y sin estimulante (Testigo)

3.2.5. Cuadro 4: Simbología de tratamientos en estudio

No. Tratamiento	Codificación			Clave Proced.	Descripción vertical			
					Procedencia	Diámetro	Sin H.	Con H.
1	1P	1D	Hs	A	Yahuarcocha	< 2.5 cm	X	-
2	1P	2D	Hs	B	Yahuarcocha	3 – 4 cm	X	-
3	1P	3D	Hs	C	Yahuarcocha	< 6 cm	X	-
4	2P	1D	Hs	D	Atuntaqui	< 2.5 cm	X	-
5	2P	2D	Hs	E	Atuntaqui	3 – 4 cm	X	-
6	2P	3D	Hs	F	Atuntaqui	< 6 cm	X	-
7	3P	1D	Hs	G	La Primavera	< 2.5 cm	X	-
8	3P	2D	Hs	H	La Primavera	3 – 4 cm	X	-
9	3P	3D	Hs	I	La Primavera	< 6 cm	X	-
10	1P	1D	Hc	J	Yahuarcocha	< 2.5 cm	-	X
11	1P	2D	Hc	K	Yahuarcocha	3– 4.0 cm	-	X
12	1P	3D	Hc	L	Yahuarcocha	< 6.0 cm	-	X
13	2P	1D	Hc	M	Atuntaqui	< 2.5 cm	-	X
14	2P	2D	Hc	N	Atuntaqui	3 – 4 cm	-	X
15	2P	3D	Hc	O	Atuntaqui	< 6 cm	-	X
16	3P	1D	Hc	P	La Primavera	< 2.5 cm	-	X
17	3P	2D	Hc	Q	La Primavera	3– 4.0 cm	-	X
18	3P	3D	Hc	R	La Primavera	< 6.0 cm	-	X

P = Procedencias; D = Diámetro; Hs = Sin Hormona; Hc = Con Hormona

3.2.6. Unidad Experimental

La unidad experimental constó de 12 unidades o estacas de 0.40 cm de largo.El sustrato usado fue una mezcla de tierra negra, estiércol, y pómina en proporción 5:3:1 .Las estacas fueron plantadas en fundas de 20 cm de diámetro por 40 cm de largo.

En total se trabajó con 18 tratamientos con cinco observaciones

3.2.7. Análisis de Varianza

Cuadro 5: Esquema del ADVA con la desagregación de los tratamientos en sus respectivos componentes de variación.

Fuente de Variación (FV)	Grados de libertad (GL)
Tratamientos	17
P = 3 - 1	2
D = 3 - 1	2
E = 2 - 1	1
P X D	4
P X E	2
D X E	2
P X D X E	4
Error experimental	72
TOTAL	89

P= Procedencia; D= Diámetro; E= Estimulante

3.2.8. Prueba de Tukey

Se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey para la comparación de promedios de sobrevivencia; altura total; diámetro basal; longitud y número de brotes para determinar estadísticamente el crecimiento de cada uno de los tratamientos.

3.3. Variables evaluadas

Se estudiaron las siguientes variables estadísticas:

- Sobrevivencia.
- Brotación evaluada a través del diámetro basal y altura de brotes por el efecto de la hormona
- Enraizamiento
- Costos de producción

3.3.1. Manejo específico del experimento

El estudio comprendió las siguientes fases:

- Instalación del ensayo
- Preparación del sustrato
- Enfundado
- Preparación de estacas
- Plantación
- Riego
- Deshierbe

3.3.2. Instalación del ensayo

Para la instalación del ensayo de investigación se tomaron en cuenta los espaciamientos entre los tratamientos de 0.40 cm, en una área de 468 m²; de conformidad con el diseño experimental (ver cuadro 5).

Cuadro 6.- Tratamiento, clave, número de plantas.

Tratamientos	Clave	Nº de Plantas
Yahuarcocha	A-B-C-J-K-L	180
Atuntaqui	D-E-F-M-N-O	180
La Primavera	G-H-I-P-Q-R	180
Total de Estacas Empleadas	540 X 2 (con y sin hormona) = 1080	

3.4. Modelo estadístico

$$x_{ij} = u + t_i + e_{ij}$$

x_{ij} = observación en particular

u = media general

t_i = efecto de tratamientos

e_{ij} = error experimental

$$x_{ij} = U + A_i + B_i + C_i + AB + AC + BC + ABC + e_{ij}$$

- Desagregación de los tratamientos :

A = Efecto de procedencias

B = Efecto de diámetro de la estaca

C = Efecto del estimulante

- AB = Interacción de procedencia por diámetro de la estaca
 AC = Interacción de procedencia por estimulante
 BC = Interacción de diámetro de la estaca por estimulante
 ABC = Interacción de efectos de procedencia por diámetro de la estaca
 y por estimulante.
 eij = error experimental

Fecha de instalación del ensayo: 25 – 03 - 2006

Cuadro 7.- Descripción de procedencias y por diámetros

Yahuarcocha	Atuntaqui	La Primavera
A = < 2.5 cm	D = < 2.5 cm	G = < 2.5 cm
B = 3 – 4 cm	E = 3 – 4 cm	H = 3 – 4 cm
C = < 6 cm	F = < 6 cm	I = < 6 cm
J = < 2.5 cm	M = < 2.5 cm	P = < 2.5 cm
K = 3 – 4 cm	N = 3 – 4 cm	Q = 3 - 4 cm
L = < 6 cm	O = < 6 cm	R = < 6 cm

3.5 Croquis de campo

- Distribución espacial de tratamientos al azar.

1	2	3	4	5	6	7
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
H	C	B	F	I	A	E
14	13	12	11	10	9	8
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
N	Q	M	K	R	G	D
15	16	17	18	19	20	21
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
J	O	P	L	K	L	C
28	27	26	25	24	23	22
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
M	F	B	E	Q	D	J
29	30	31	32	33	34	35
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
O	P	I	H	G	N	A
42	41	40	39	38	37	36
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
N	E	A	K	B	C	R
43	44	45	46	47	48	49
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
Q	J	H	R	L	F	M
56	55	54	53	52	51	50
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
Q	R	O	P	G	D	I
57	58	59	60	61	62	63
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
L	B	F	K	E	A	O
70	69	68	67	66	65	64
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
H	N	I	C	G	M	D
71	72	73	74	75	76	77
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
P	J	M	C	N	E	H
84	83	82	81	80	79	78
¥	¥	¥	¥	¥	¥	¥
J	F	B	I	L	G	P
85	86	87	88	89	90	
¥	¥	¥	¥	¥	¥	
D	K	Q	A	R	O	

¥ = Unidad Experimental

3.6 Preparación de sustrato

La composición del sustrato fue de cinco partes de tierra negra, tres partes de abono orgánico y una parte de pomina, componentes que fueron mezclados hasta que presentaron un color y textura uniforme.

3.7 Enfundado

Se utilizó fundas de polietileno de color negro de 20 cm de diámetro x 40 cm de alto, con un peso de 7 kilos x unidad experimental. Las fundas se las ubicó en el umbráculo, de acuerdo a la distribución espacial determinada en el croquis de campo.

3.8 Preparación de estacas

Luego de haber seleccionado el material vegetativo proveniente en los tres sitios de recolección, se hizo una agrupación por procedencias y diámetros, se utilizó segueta y flexómetro, en la preparación de estacas.

3.9 Implantación de estacas

Se colocaron las estacas en posición vertical en las fundas con sustrato, tomando la precaución de que no se disgregue la hormona que se le puso a la estaca al momento de implantarlas, seguidamente se codificó los tratamientos y observaciones, según el croquis de campo (ver 3.5)

A = Determina la unidad experimental (procedencia – diámetro) cuya definición es: procedencia Yahuarcocha de diámetro < 2.5 cm, sin hormona, cada tratamiento está integrado por 12 unidades.

La fecha de plantación fue el 1 de abril de 2006, en el período lluvioso y concluyó el 26 de diciembre del mismo año.

3.10 Aplicación de hormonas

De los 18 tratamientos, 9 fueron aplicados con hormona, que de acuerdo a las especificaciones técnicas, la aplicación de la *hormona raizal 400* se efectuó a los 15 días de implantada la estaca; esto es, el 15 de abril de 2006, con una dosis de cinco partes por millón y el hormonagro al momento de la plantación.

3.11 Labores culturales

Durante el período que duró el ensayo en el umbráculo se realizaron las siguientes actividades:

- Deshierbes mensuales
- Fumigación preventiva el 25 -11-2006, utilizando una bomba de 20 lts:

Bavistin	-	0.5	lts
Nutriplan	-	1	kg
Mancozeb	-	1	kg
Novak	-	100	g
Poliverdol	-	100	cc
Cañón	-	100	cc

- Riegos al inicio de la colocación de estacas en las fundas y cada ocho días.

3.12.- Toma de datos

Las fechas que se tomaron los datos fueron:

Primera Lectura :	08 – 05 – 2006 (38 días de plantación)
Segunda Lectura:	29 – 06 – 2006 (90 días)
Tercera Lectura :	27 – 09 – 2006 (180 días)
Cuarta Lectura:	27 – 10 – 2006 (210 días)
Quinta Lectura :	26 – 12 – 2006 (270 días)

3.12.1 Aparecimiento de brotes

En la primera lectura se observó la brotación de yemas en las estacas, a los 38 días de la plantación, observando diferencias en cuanto al número de yemas y posición de brotes en la base, parte media y en el tercio superior por cada estaca de la unidad experimental. Además se determinó la sobrevivencia inicial, a los treinta días (Primera Evaluación).

3.12.2 Medición de la longitud de brotes

Cada 30 días se realizó la medición con una regla graduada al milímetro completo desde el inicio del brote hacia el meristemo apical, hasta los 210 días, obteniendo el promedio según la ubicación del brote en la estaca (basal, medio y parte alta).

De la misma manera, se realizó la toma de alturas a los 180 días y 210 días de instalado el ensayo.

3.12.3 Medición de diámetro basal de brotes

Se tomó la rama más larga de cada unidad experimental sacando el promedio de los diámetros por tratamiento.

Finalmente se realizó, una evaluación de sobrevivencia al término de la investigación.

3.13 Medición de raíces

A los 270 días se tomó datos de 18 unidades experimentales al azar, con la finalidad de realizar la medición de la longitud de raíces y el número de raíces existentes, de los datos registrados se sacó el promedio para su interpretación.

3.14 Costos de producción

Se tomó como referencia el método de cálculo de costos utilizado por Napier (1985) para viveros de COHDEFOR en Honduras, con un registro sistemático durante todo el proceso de producción. (Ver Anexo 10)

CAPÍTULO IV

4.- RESULTADOS

De acuerdo a los objetivos general y específicos, los siguientes son los resultados obtenidos por cada variable.

4.1. Sobrevivencia

La sobrevivencia a los 210 días alcanzó valores entre 66.86% y 93.46%, observándose que existe brotación de estacas hasta los 180 días, razón por la cual esta variable tiene un comportamiento ascendente, tal como se puede observar en la figura 1.

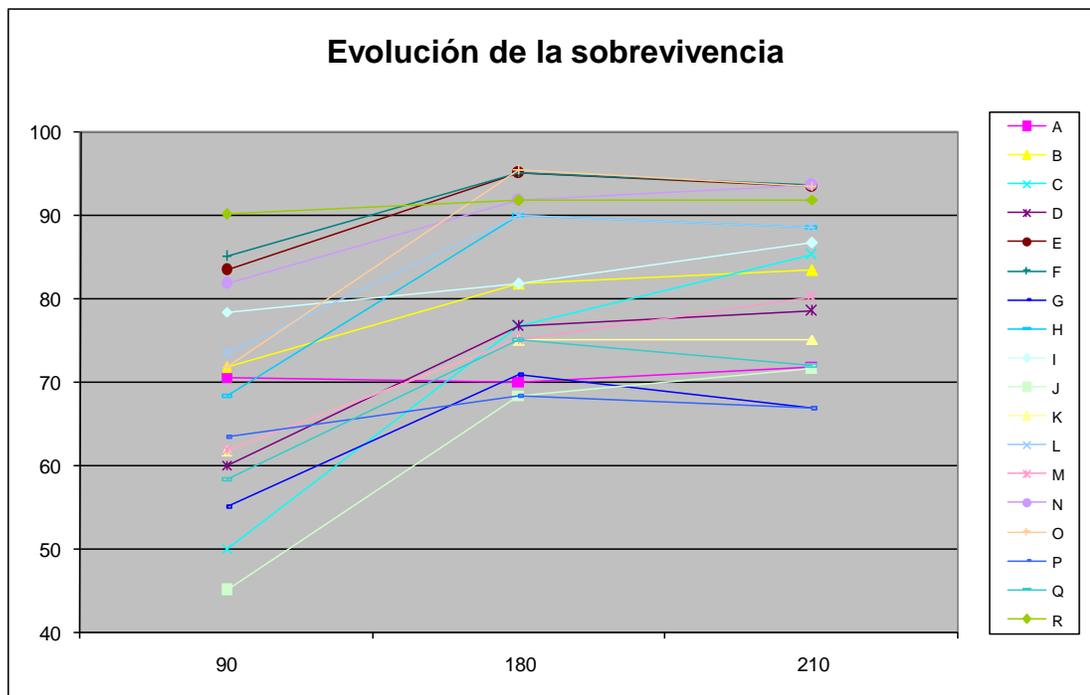


Figura 1. Sobrevivencia de los brotes en cada tratamiento

Los resultados del análisis de varianza realizados mostraron que existen variaciones significativas en sobrevivencia debido al diámetro de la estaca al 0.05 y muy significativos al 0.01 y en la interacción de los tres factores. Por tanto se acepta la hipótesis alterna, es decir, que existe efecto de la procedencia y diámetro en la sobrevivencia hasta los 180 días (Ver anexo 4. ADVA)

A los 90 días, en cuanto al efecto de sobrevivencia debido al diámetro de la estaca, se detectó que la procedencia de Atuntaqui obtuvo el 73.88%, siendo mayor a la de Primavera 68.89% y Yahuarcocha 62.01%; estas últimas fueron estadísticamente similares (0,05).

En cuanto al diámetro de estaca, las de 4.5 a 6 cm con 74.72% de sobrevivencia fueron estadísticamente similares a las de 3 a 4 cm (70.83%) y que fueron mayores a las de diámetro menor a 2.5 cm que alcanzaron una sobrevivencia de 59.23%.

En cuanto al efecto de procedencias, a los 180 días se detectó que la sobrevivencia de las estacas de Atuntaqui (88,10%) fue estadísticamente (0.05) mayor a las de la Primavera (79.57%), y Yahuarcocha (62.01%), siendo estas dos últimas estadísticamente iguales.

En lo que respecta a la variable diámetro, las estacas de diámetro menor a 6 cm (88.38%), tuvieron una sobrevivencia estadísticamente igual a las de 3 a 4 cm (84.72%) y estas fueron mayores a las de diámetro menor (Ver anexo 4. Sección 4.2)

4.2. Brotación

A los tres meses de instalado el ensayo, se constató que en los tratamientos F6, I9 y K11 (sin hormonas, procedencias de Atuntaqui y Primavera con

diámetro menor a 6 cm y con hormona, procedencia de Yahuarcocha con diámetro entre 3-4), las estacas tuvieron 27% de brotación de yemas, seguidos por los demás tratamientos en orden descendente (ver figura 2).

El análisis de varianza realizado ($\alpha=0.05$) muestra que no existe variaciones significativas, es decir que se acepta la hipótesis nula, lo que significa que no existe efecto significativo de los factores diámetro de estaca, procedencias y aplicación o no de hormonas, evaluados a través de la cuantificación de la aparición de yemas y brotes. Tal como puede verse en el gráfico 1 y análisis de varianza ADVA (Anexo 5).

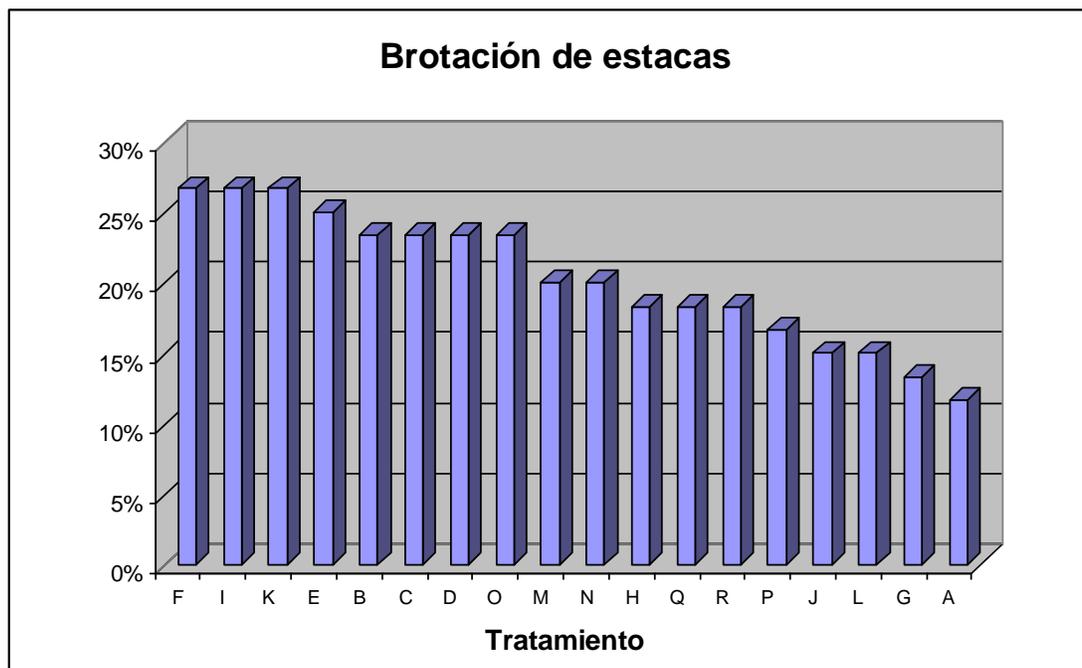


Figura 2. Brotación de estacas en cada tratamiento

4.3. Longitud de brotes en diferentes partes de la estaca.

Se evaluó la longitud de brotes en el primer cuarto de la estaca, en la mitad y en el borde superior, encontrándose que, en todas las partes, el diámetro de estaca afectó la longitud de brotes, y solo en el borde superior se encontró el efecto del factor procedencia, como se detalla a continuación:

Brotes en el primer cuarto de la estaca:

Se puede apreciar en la figura 3 que la longitud de brotes a los 90 días alcanzó valores desde 5.50 cm hasta 12.30 cm.

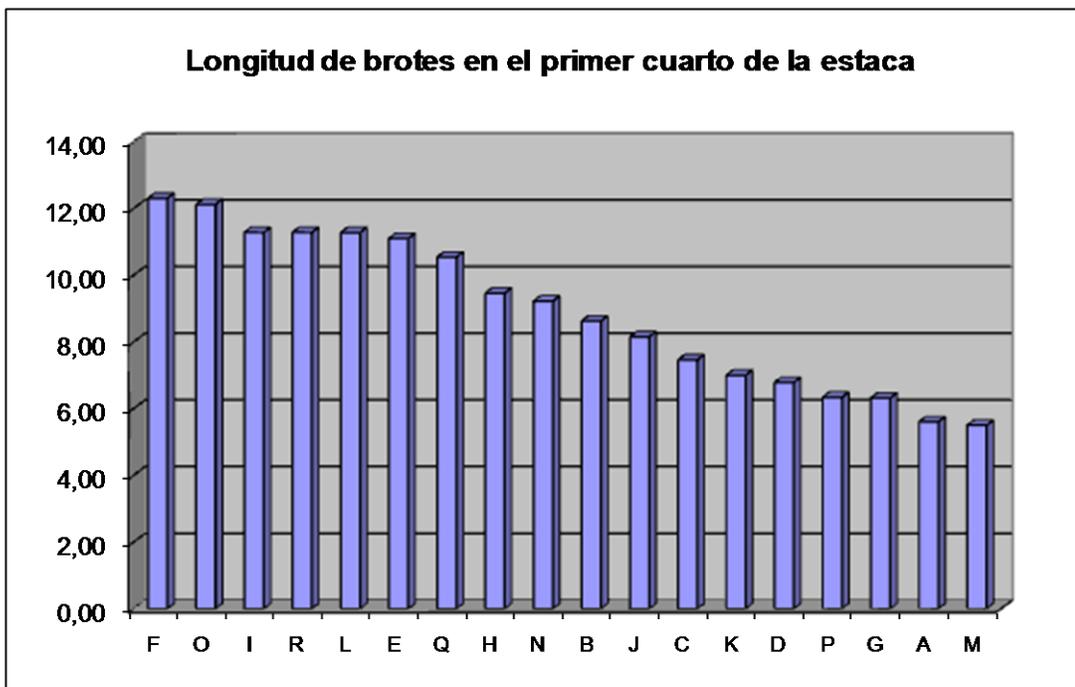


Figura 3. Longitud de brotes a los 90 días en el primer cuarto de la estaca.

Al aplicar la prueba de Tukey (0.05), se determinó que la longitud fue directamente proporcional al diámetro de la estaca, de tal forma que la

longitud de brotes en diámetros menor a 6 cm alcanzaron un promedio de 10.95 cm, superior a los brotes de las estacas con diámetros de 3 a 4 cm con una longitud promedio de 9.32 cm y estos fueron superiores a los tratamientos con estacas con diámetros menores a 2.5 cm, que alcanzaron 6.45cm Al realizar la prueba de Tukey al 0.01 de significancia, resultó que la longitud en los diámetros mayores, fue igual a los intermedios (>6 cm y 3 a 4cm) y mayor a los de menor diámetro (<2.5 cm) (Ver anexo 6. Sección 6. 3).

Brotes en la mitad de la estaca:

Se puede apreciar que la longitud de brotes a los 90 días alcanzó valores desde 4.64 cm hasta 12.70 cm, tal como puede ver en la figura 4.

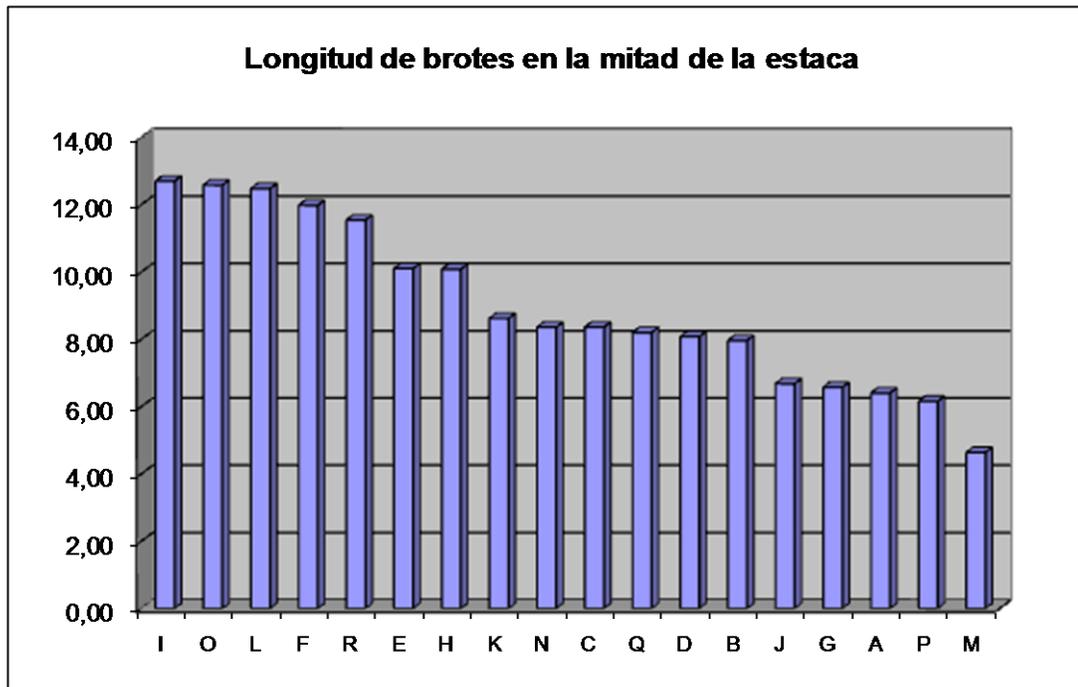


Figura 4. Longitud de brotes a los 90 días en la mitad de la estaca.

La prueba de Tukey (0.05 y 0.01), al igual que en el caso anterior, determinó que la longitud fue directamente proporcional al diámetro de la estaca, de tal forma que la longitud de brotes en estacas con diámetros menor a 6 cm obtuvieron un valor promedio de 11.61 cm, mayor que la longitud promedio de 8.89 cm para brotes de estacas con diámetros de 3 a 4 cm y estos a su vez fueron mayores a los tratamientos con estacas cuyos diámetros fueron menores a 2.5 cm, que alcanzaron 6.42 cm de longitud en promedio (<2.5 cm). (Ver anexo 6. Sección 6.2).

Brotes en el tercio superior de la estaca:

La longitud de brotes a los 90 días, alcanzaron valores desde 6.18 cm hasta 15.02 cm, tal como se puede ver en la figura 5.

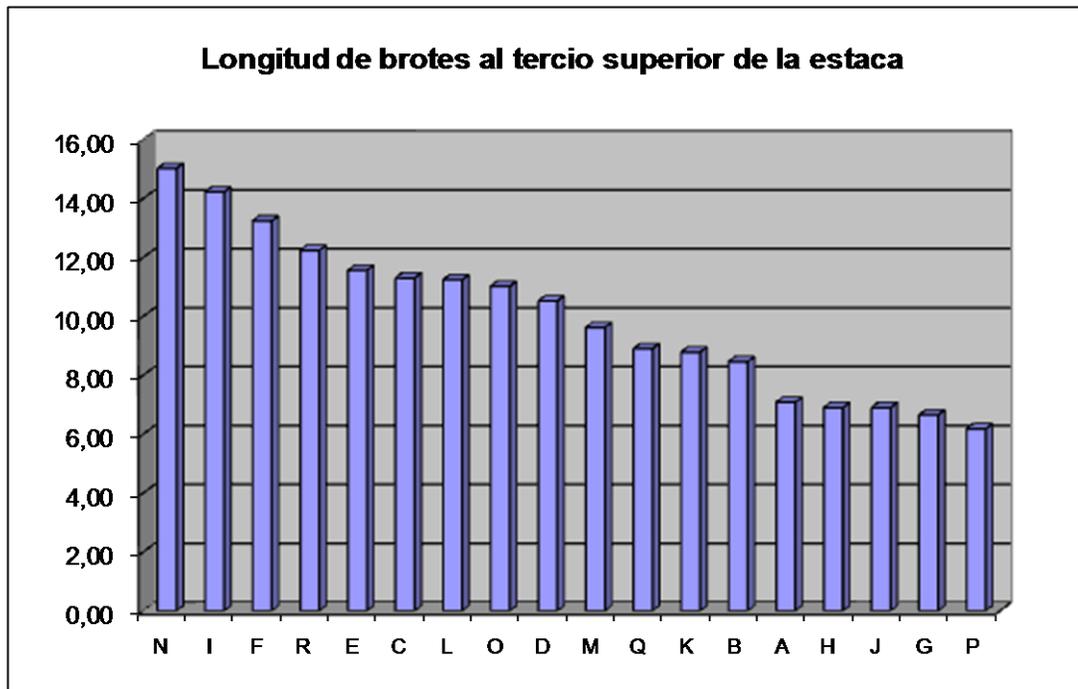


Figura 5. Longitud de brotes a los 90 días al tercio del borde superior de la estaca.

Los resultados del análisis de varianza determinaron que existe efecto de las procedencias (0.05) y del diámetro de la estaca (0.05 y 0.01) en el crecimiento en longitud de los brotes (Ver Anexo 6. Sección 6.3.).

En el caso de procedencias, se encontró que la longitud de brotes de la procedencia de Atuntaqui con una longitud promedio de 1.93 cm fue menor que los brotes de la procedencia La Primavera, con una longitud promedio de 9.18 cm, y que los de Yahuarcocha, con 8.96 cm; el crecimiento en longitud de brotes fue estadísticamente igual entre las procedencias La Primavera y Yahuarcocha (Tukey).

4.4. Efecto de la hormona

Del análisis realizado a los resultados, se determinó que, la hormona tuvo efecto en altura de brote (Dunnet 0.05), tal como puede verse en el cuadro 8.

Cuadro 8. Efecto de la hormona a los 210 días.

Procedencia/estaca	Longitud	COMPARADOR DUNNET	Diámetro	COMPARADOR DUNNET	
Yahuarcocha		7.09		3.40	
<2.5 cm de diámetro	5.54 ^(ns)		0.42 ^(ns)		
3- 4 cm de diámetro	6.33 ^(ns)		0.68 ^(ns)		
< 6 cm de diámetro	16.48**		2.01 ^(ns)		
La Primavera					
<2.5 cm de diámetro	9.19*		0.48 ^(ns)		
3-4 cm de diámetro	5.63 ^(ns)		2.00 ^(ns)		
< 6 cm de diámetro	12.15**		- ^(ns)		
Atuntaqui					
<2.5 cm de diámetro	9.18*	1.39 ^(ns)			
3- 4 cm de diámetro	9.02*	0.14 ^(ns)			
< 6 cm de diámetro	8.89*	2.21 ^(ns)			

(ns) : no significativo

Crecimiento en longitud de brotes:

El crecimiento en longitud del brote, estuvo en un rango de 47.28 cm y 22.75 cm a los 210 días (ver fig. 6). El análisis de varianza (0.05), mostró que existen variaciones significativas a nivel de procedencias, diámetro y hormonas, por tanto, se concluye aceptando la hipótesis alterna, es decir que, existe efecto muy significativo del diámetro, efecto significativo de las procedencias, interacción de procedencias, diámetro y hormonas, a los 210 días (Ver anexo 7. ADVA. Sección 7.2.)

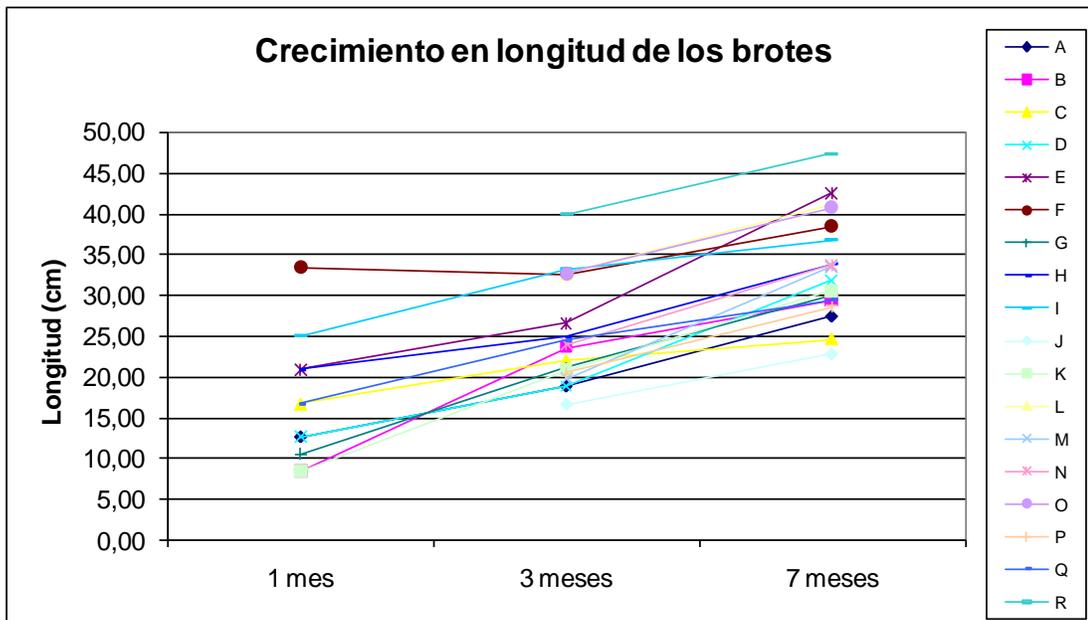


Figura 6. Evolución del crecimiento de brotes

A los 180 días se encontró que, la altura de brotes de las de procedencias La Primavera con 27.27 cm, fueron superiores en crecimiento a los de Atuntaqui con 25.68 cm y éstos a los de Yahuarcocha con 22.36 cm (Tukey 0.05 y 0.01). En el caso del diámetro de estacas menores a 6 cm, la altura de los brotes alcanzó un promedio de 32.10 cm, mayor que la altura

promedio de 24.02 cm para brotes de estacas con diámetros de 3 a 4 cm y éstos fueron mayores a los tratamientos con estacas cuyos diámetros fueron menores a 2.5 cm, que alcanzaron 19.20 cm en promedio de altura. (Ver anexo 7. Sección 7.1)

A los 210 días se encontró una supremacía de crecimiento de brotes en la procedencia Atuntaqui, que alcanzó 36.77 cm, estadísticamente superior a La Primavera con 34.26 cm y esta a la de Yahuarcocha con 29.27 cm.

En el caso del diámetro de la estaca, la tendencia en altura se mantuvo, es decir que, las estacas con diámetros menores a 6 cm alcanzó un valor promedio de 38.12 cm, siendo mayor que la altura promedio de 32.1 cm de brotes en estacas con diámetros de 3 a 4 cm y a la vez los brotes fueron mayores a los tratamientos en estacas con diámetros menores a 2.5 cm que alcanzaron 28.29 cm en promedio de altura. (Ver anexo 7. Sección 7.2)

Crecimiento en diámetro basal de los brotes

El crecimiento en diámetro alcanzado por los brotes, estuvo en un rango de 8.87 y 14.34 mm a los 210 días, para los valores mínimos y máximos respectivamente. El análisis de varianza (0.05) muestra que existe variaciones significativas a nivel de diámetro, y por tanto, se acepta la hipótesis alterna, es decir que existe efecto significativo del diámetro de estaca en los diámetros de brotes a los 210 días (Ver anexo 8. ADVA).

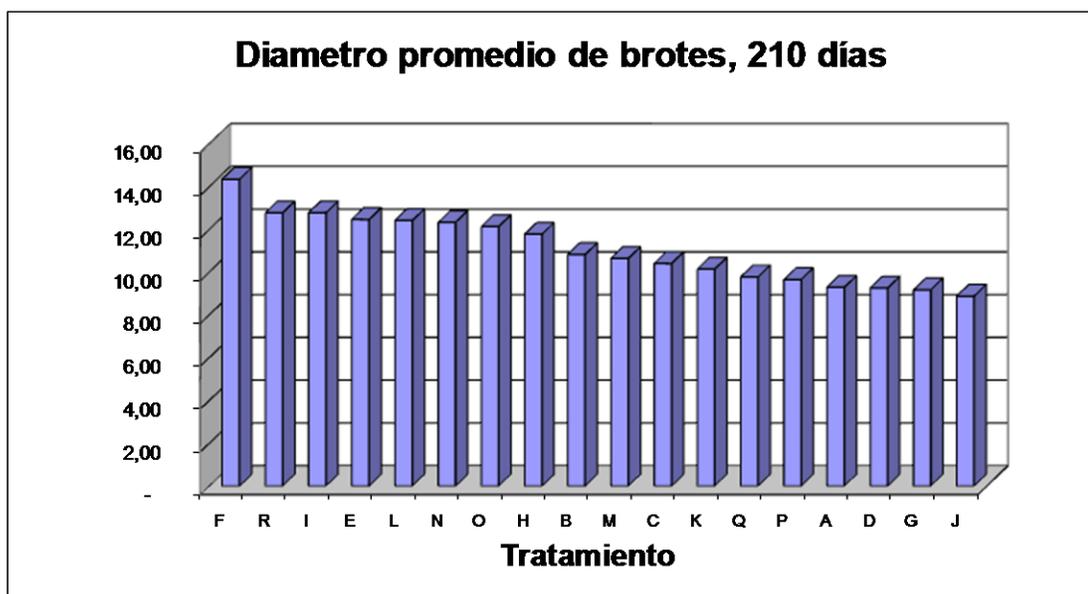


Figura 7. Crecimiento de brotes en diámetro a los 210 días.

Al analizar el efecto del diámetro de estaca, se encontró que la longitud en diámetros menores a 6 cm, alcanzaron un valor promedio de 12.47 cm, fue estadísticamente igual que la altura promedio de 12.1 cm para brotes de estacas con diámetros de 3 a 4 cm y mayor a los tratamientos con estacas cuyos diámetros fueron menores a 2.5 cm donde alcanzaron 9.48 cm de longitud, (Ver anexo 6. Sección 6.1).

4.5. Enraizamiento de estacas

A los 270 días de instalado el ensayo de los datos obtenidos de los 18 tratamiento de sacó el promedio de cada uno de ellos y como resultado obtuvimos que el enraizamiento de las estacas de la procedencia de Atuntaqui (88,10%) fue estadísticamente (0.05) mayor a Primavera (79.57%) y Yahuarcocha (62.01%).

En relación al crecimiento radicular, se observó que la mayor longitud fue alcanzada por el tratamiento A (Procedencia de Yahuarcocha, sin hormona y diámetro menor a 2,5 cm) con 70 cm y el menor por el tratamiento N (Atuntaqui, con hormona y diámetro entre 3 y 4 cm), tal como puede apreciarse en la figura 8.

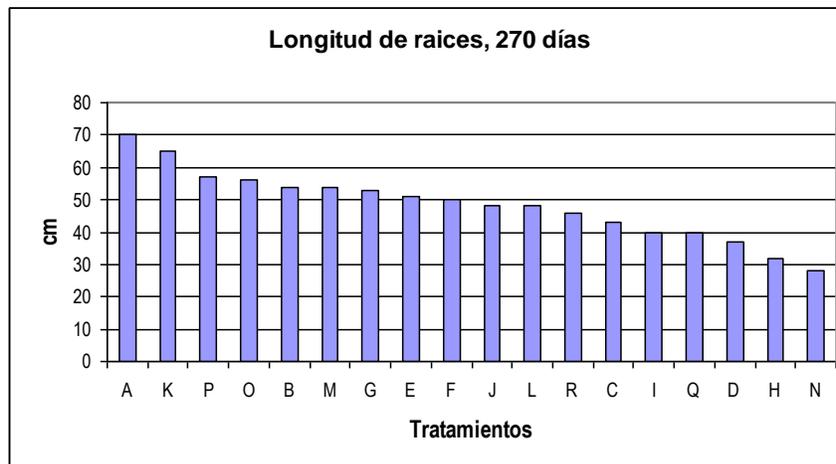


Figura 8 : Longitud de raíces

Al analizar los datos se determinó que la procedencia de Yahuarcocha presenta longitud de raíces en promedio de 54.67 cm por planta, la de Atuntaqui con 46.00 cm y La Primavera con 44.67 cm. De igual forma, al comparar los datos frente a las clases de diámetro de estacas de las cuales provienen las plantas obtenidas, se encontró que en promedio las estacas con diámetro menores a 2,5 cm obtuvieron longitudes de raíces por planta de 39.88 cm, las de diámetro menor a 6 cm con longitudes de 35.38 cm y las de diámetro de 3 y 4 cm con longitudes de raíces de 33.75 cm.

De igual forma, se evaluó el número de raicillas por estaca, obteniéndose que el mayor número de raíces por planta fue de 21, correspondiente al

tratamiento Q (La Primavera, con hormona y con diámetro de estaca entre 3 y 4 cm) y el menor número fue de 3 raíces por planta, del tratamiento P (La Primavera, con hormona y con diámetro de estaca menor a 2,5 cm), figura 9.

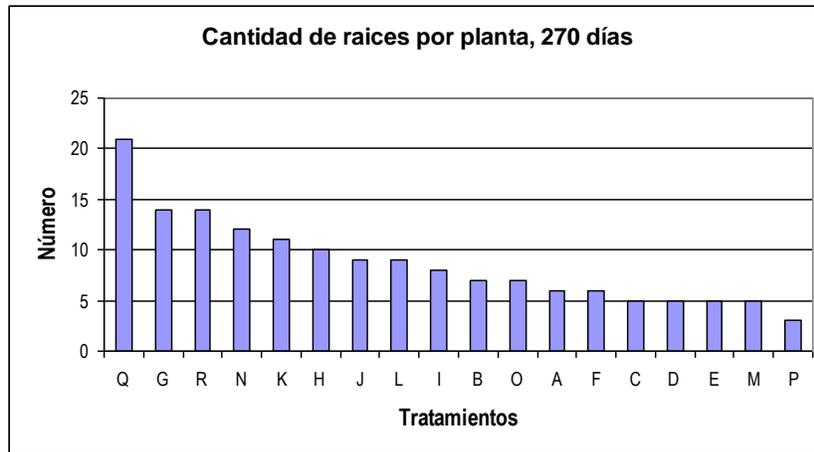


Figura 9 : Cantidad de raíces

Al analizar los datos se determinó que en promedio, la procedencia La Primavera presentó valores de 11.67 raíces por planta, seguidas por las de Yahuarcocha con 7.83 y Atuntaqui con 6.6. De igual forma, al contrastar los datos frente a las clases de diámetro de estacas de las cuales provienen las plantas obtenidas, se encontró que en promedio las estacas con diámetro entre 3 y 4 cm obtuvieron 8.25 raíces por planta, seguidas de las menores a 6 con 5.38 y las menores a 2.5 con 5.25.

4.6 Costos

Los costos obtenidos en la investigación (Ver Anexo10), se detallan de la manera siguiente:

Costos fijos	=	2626.91	
Costos variables	=	31 79.91	
Subtotal	=	5806.82	
Más 10 %	=	580.68	
TOTAL	=	9014.41	dólares

CAPÍTULO V

5.- DISCUSIÓN

En cuanto a sobrevivencia desde los 90 días a los 210 días, esta variable presentaron un comportamiento ascendente hasta llegar a valores entre 66.86% a 93.46%. Es interesante destacar que sobresalen en este aspecto las estacas de mayor diámetro, resultado similar a lo citado por Martel (1989) De igual forma se determinó que las estacas de la procedencia de Atuntaqui tienen una mayor sobrevivencia, seguidas de las de la Primavera y finalmente las de Yahuarcocha.

La brotación de yemas se presentó a los tres meses de plantadas las estacas encontrándose que las unidades experimentales de las procedencias de Atuntaqui y Primavera con diámetros menores a 6 cm sin hormona, y la de Yahuarcocha con diámetro de 3 a 4 cm con hormona presentan un 27 % de brotación, por lo que se pudo determinar que no existe variaciones significativas entre el factor diámetro, procedencia, y aplicación de hormonas. Es decir que preliminarmente se determina que la brotación no se ve afectada por la aplicación de hormonas, ni depende de la procedencia o diámetro de estaca.

En cuanto a la altura de brotes en el primer cuarto de la estaca a los 90 días alcanzó valores de 5.5 a 12.3 cm, siendo directamente proporcional al diámetro de la estaca, así en diámetros menores a 6 cm, EL valor promedio fue de 10.95 cm; las estacas con 3 cm a 4 cm de grosor alcanzaron valores promedio de 9.32 cm y las estacas de menor diámetro con valores promedio de 2.5 cm.

Las alturas de los brotes que salen en la mitad de la estaca, a los 90 días, alcanzan valores de 4.64 a 12.70 cm, siendo directamente proporcionales al diámetro, las estacas menores a 6 cm alcanzaron un valor promedio de 11.61 cm, las de 3 a 4 cm con valores promedio de 8.89 cm y las menores de 2.5 cm con valores promedio de 6.42 cm.

Las alturas de los brotes en el tercio superior, a los 90 días, las estacas alcanzaron valores desde 6.18 a 15.02 cm y según el análisis estadístico se determinó que existe efecto de las procedencias (0.05) y del diámetro (0.05 y 0.01). Señalando además que las alturas de brotes en el primer cuarto; parte media y tercio superior presentaron alturas similares.

De los análisis realizados, se determinó que existe efecto de hormona en la altura de los brotes a los 210 días, sobresaliendo aquellos brotes de las estacas de la procedencia de Atuntaqui (36.77 cm), estadísticamente superior a la de La Primavera (34.26 cm) y a la de Yahuarcocha (29.27 cm). También se determinó que la longitud de los brotes provenientes de estacas con diámetros menores a 6 cm (longitud de 38.12 cm) fue mayor que la de los brotes provenientes de estacas con diámetros de 3 a 4 cm (33.21 cm) y estos a los de las estacas con diámetros menores a 2.5 cm (28.97 cm).

Se encontró efecto de la hormona en el diámetro de brotes, siendo los brotes procedentes de estacas con diámetros menores a 6 cm (12.47 mm) estadísticamente iguales a los de estacas con diámetros de 3 a 4 cm (11.21 mm) y estos mayores a los de las estacas con diámetros menores a 2.5 cm (9.48 mm).

De los resultados obtenidos en cuanto al enraizamiento se puede decir que a los 270 días la procedencia de Atuntaqui fue estadísticamente mayor con un 88.10 %, La Primavera con 79.57 %, y Yahuarcocha con 62.01 %.

En cuanto al crecimiento radicular tenemos que la procedencia de Yahuarcocha tuvo 54.67 cm, Atuntaqui 46 cm, y La Primavera 44.67 cm.

En cuanto al diámetro de la estaca se obtuvo que las menores a 2.5 cm tuvieron un promedio de longitud de raíces de 39.88 cm, las menores a 6 cm con 35.38 cm, y las de 3 a 4 cm con 33.75 cm.

.
Los costos de producción obtenidos al término de la investigación es de 7.51 dólares por planta, las plantas producidas fueron 1200, y las utilizadas en la investigación fueron 1080 en todos los tratamientos, (Ver Anexo 10).

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES

De la información obtenida se concluye que:

- Las estacas de mayor diámetro (entre 4.1 y 6 cm) de la procedencia de Atuntaqui alcanzaron la mayor sobrevivencia a los tres, seis y nueve meses.
- A los tres meses se encontró que los tratamientos sin hormonas, procedencia de Atuntaqui y Primavera con diámetros menores a 6 cm, alcanzaron el mayor porcentaje de brotación, sin embargo no existió diferencias estadísticas, por lo que, se considera que no hubo efecto de los factores estudiados en la brotación.
- Sobre el efecto de las hormonas, se determinó que respecto a la brotación de estacas estas no fueron estimuladas por la aplicación de hormonas; ni tampoco se detectó un efecto sobre procedencias; es probable que posteriormente en el sitio definitivo se detecten diferencias.
- La mayor cantidad de raíces por planta se encontró en la procedencia La Primavera y de acuerdo al diámetro de estaca en e rango comprendido entre 3 y 4 cm.
- Al analizar los costos de producción, se determinó que el costo por planta utilizadas es de 8.35 dólares, valores altos comparados a los precios actuales, considerando que se trata de un proceso de investigación.

CAPÍTULO VII

7. RECOMENDACIONES

- Para realizar la propagación del porotón se debe utilizar estacas jóvenes, con diámetros entre 3 a 6 cm; para obtener plántulas sanas y vigorosas en gran escala por los costos de producción.
- Al momento de realizar la recolección de estacas, los cortes deben realizarse con seguetas o serruchos curvos para evitar desprendimientos de corteza y el transporte del material vegetativo hacerlo en gavetas para evitar daños físicos.
- Realizar el seguimiento de esta investigación con el propósito de detectar en el sitio de plantación definitivo las respuestas al desarrollo de la planta

CAPÍTULO VIII

8.- RESUMEN

Se realizó una evaluación sobre la propagación vegetativa de *Erythrina edulis* Triana ex Micheli, usando estacas, de tres procedencias y tres diámetros diferentes con y sin hormona. Con la finalidad de investigar cual de ellas presenta mayor sobrevivencia, brotación y crecimiento bajo condiciones ambientales en vivero.

Esta investigación se la realizó en el período entre marzo 2006 a diciembre del mismo año en la Granja Experimental La Pradera, parroquia Chaltura, cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura, Ecuador.

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

Durante el ensayo se analizó la sobrevivencia, diámetro basal, altura de brotes, efecto de hormona y costos de producción.

Al término de la investigación la procedencia de Atuntaqui sobresalió, seguida de La Primavera y en tercer lugar la de Yahuarcocha, en cuanto a sobrevivencia y al efecto de hormona. Las estacas menores a 6 cm sobresalen en altura , y diámetro de brotes.

CAPITULO IX

9.- SUMMARY

It was made an evaluation about the vegetable spread of *Eritrina edulis* Triana ex Micheli; by staking from three proceeding and three different diameters with or without hormone with the purpose of researching which of them present the most germination survival and growth under environmental conditions in a greenhouse.

This research was made in two stages: The first one in the field, in the period between march 2006 to December 2007, and the second one, taking notes from December to marun 2008 in the experimental Farm “ La Pradera “ in Chaltura, Antonio Ante, Imbabura province.

The design used was at random. Each experimental unit contained 12 units. From 90 experimental units were about 1080 units. The test of multiple range applied was turkey from 95% to 99%.

During the test, it was analized the survival, the basal diameter, the germination heigh, the hormone effect and the production cost.

At the end of the research the Atuntaqui's stands out, followed by La Primavera's and in third place the Yahuarcocha.

CAPÍTULO X

10. BIBLIOGRAFIA CITADA

- ACERO, L et at.1990. El Chachafruto o balú, superalimento para el ser humano o forrajera para el ganado. Federación Nacional de cafeteros de Colombia. Bogotá. 18 p.
- AÑAZCO, M. 1996. Comunicación personal. Proyecto FAO/HOLANDA/INEFAN Quito – Ecuador.
- BARRERA, NANCY 1991.El Chachafruto, basal pasado presente y futuro en Colombia. Ediciones ABYA-YALA, Quito – Ecuador 323– 327 pp.
- BORJA & LASSO 1990. Plantas nativas para reforestación en el Ecuador. Fundación Natura. Quito – Ecuador. 72 p.
- CARLSON, P.J. AÑAZCO, M. 1990. Establecimiento y manejo de Prácticas agroforestales en la sierra ecuatoriana. Proyecto DINAC-AID “Apoyo del sector forestal” Quito- Ecuador. Red Agro-forestal Ecuatoriana 187 p.
- CAZAR, J.1996. “Análisis de procedencias y comportamiento inicial de *Erythrina*, en Vivero”. FICAYA. Ibarra – Ecuador. 180 p.
- CESA, 1992. Observaciones fenológicas de especies forestales en los Andes ecuatorianos. Programa de conservación de los recursos naturales en áreas marginales de la sierra ecuatoriana. Quito Ecuador. 86 p.

- GALLO, N. TAÍPE, E. 2005. "Caracterización de la Granja Experimental La Pradera". Tesis de grado FICAYA. Ibarra – Ecuador
- KRUKOFF & BARNEBY 1974. El " Chachafruto " (*Erythrina edulis*). Metodología ADAC. Association of Official Agricultural Chemist.
- LOJAN, I.1992. El verdor de los andes. Proyecto de desarrollo forestal participativo de los Andes. Quito – Ecuador. 217 p.
- MARTEL, A. 1988. Identificación de sistemas agroforestales Tradicionales Proyecto FAO / HOLANDA / DGFF. 6 p.
- NAPIER, I. 1985. Técnicas de viveros forestales con referencia espacial a Centroamerica. Honduras. 238 - 245 pp.
- OCAÑA, D.1994. Desarrollo forestal campesino en la región andina del Perú. Proyecto a las plantaciones forestales con fines energéticos y para el desarrollo de las comunidades rurales. FAO/HOLANDA/PERU. Lima – Perú 218 p.
- PERALTA, I. Y VELASCO, A.1985. Aprovechamiento del género *Erythrina* L. en la alimentación humana. Congreso nacional de botánica. Iquitos – Perú. 45 p.
- REYNEL, C. y LEON, J. 1990. Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos . Tomo II. Proyecto FAO / Holanda / DGFF. Lima – Perú. 363 p.

- RODRIGUEZ, I. 1985. Estudio morfológico y Aspecto fisiológico de semilla de *Erythrina edulis* triana, en el valle de Lima. Tambo – Cuzco. 157 p.

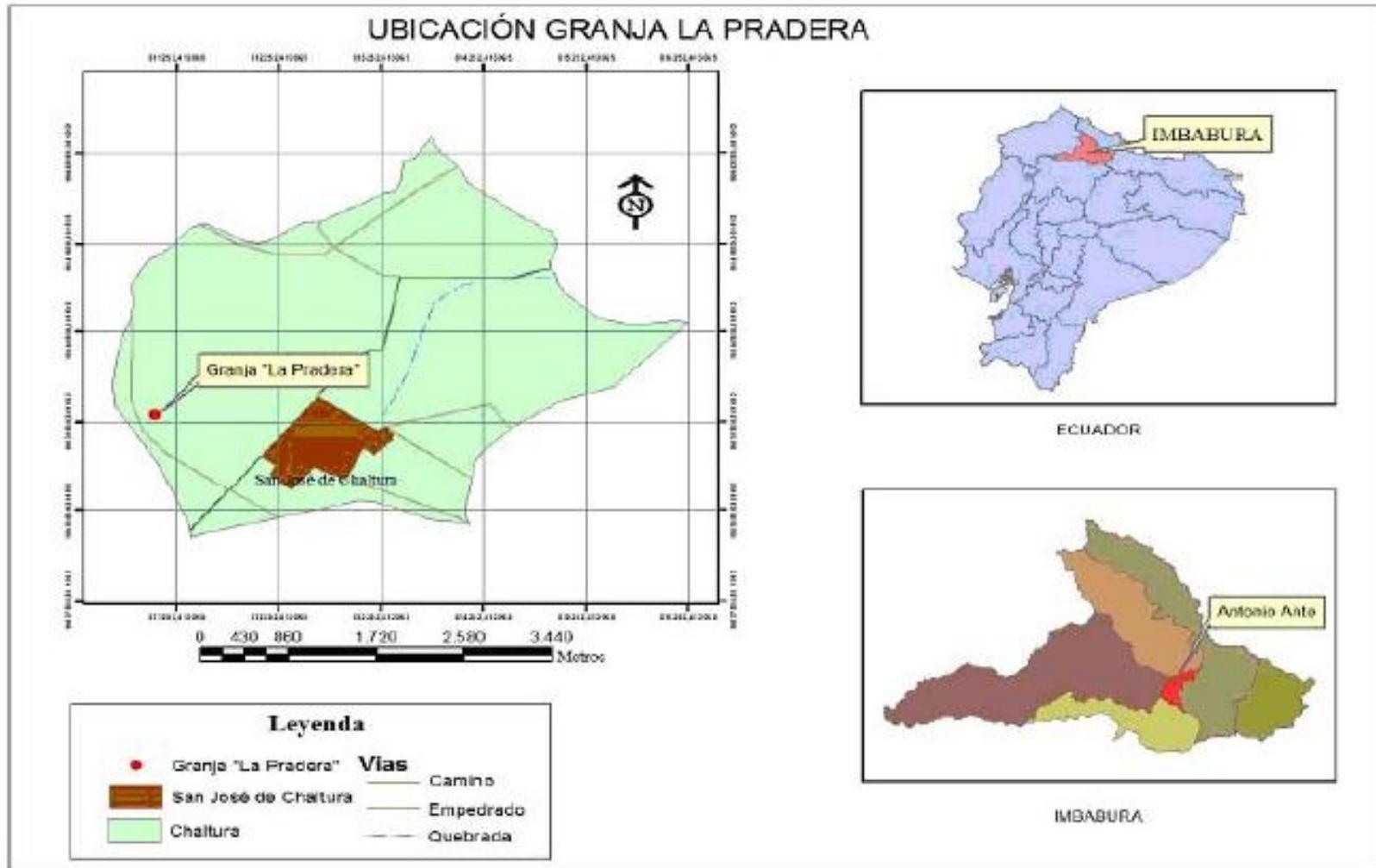
- VALLEJOS, H. 1997. Estudio de sobrevivencia y crecimiento inicial de tres procedencias de porotón bajo sistema agroforestal en dos sitios. FICAYA. Ibarra – Ecuador. 4 – 23 pp.

- I.C.B.F. 1985.

- INTERNET. 2006. Nuevas investigaciones para un adecuado manejo de *Erythrina edulis* Triana. Especie para la alimentación del hombre y animales domésticos U. Colombia – Palmira.

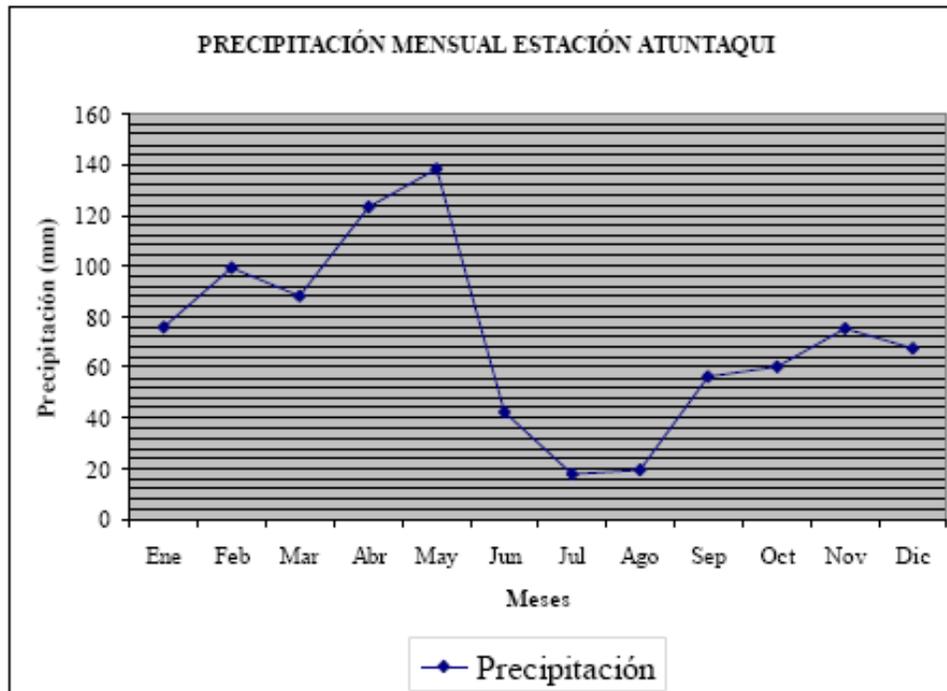
ANEXOS

ANEXO 1: UBICACIÓN DE LA GRANJA LA PRADERA



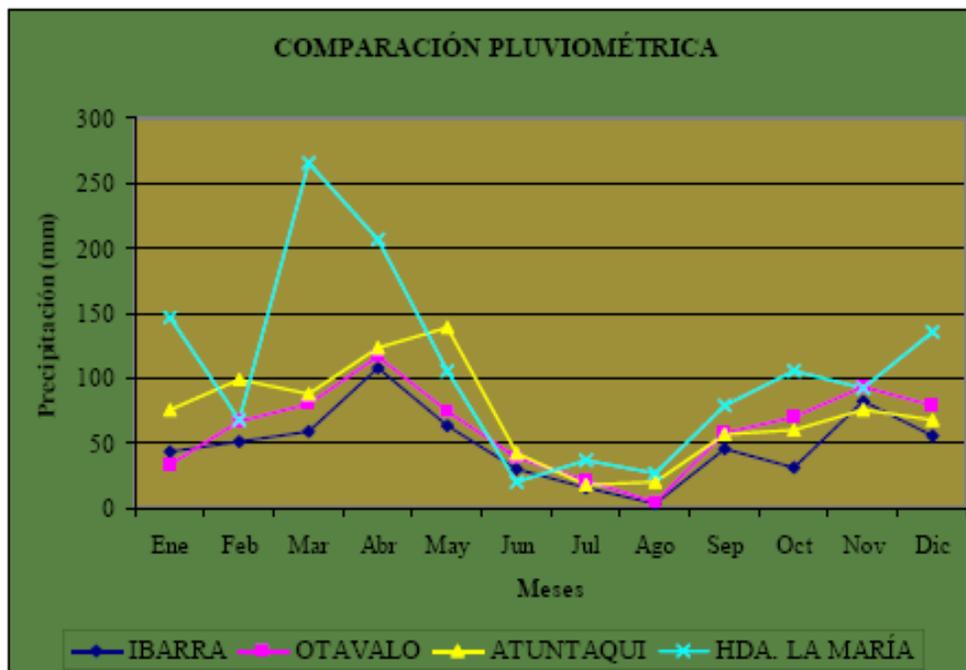
FUENTE Tesis del Ing. Nelson Gallo (2005)

ANEXO 2: PRECIPITACIÓN



FUENTE: Tesis del Ing. Nelson Gallo (2005)

ANEXO 3: PLUVIOMETRÍA



FUENTE: Tesis del Ing. Nelson Gallo (2005)

ANEXO 10: COSTOS DE PRODUCCIÓN

Nombre del vivero: Granja La Pradera Año de Producción: 2006 - 2007

Especie Producida: *Erythrina edulis* Triana ex Micheli

COSTOS FIJOS:

Sección a: Cuadro 10. PERSONAL PERMANENTE

Puesto	Núm. de personas	Sueldo mensual	Núm. de meses trabajados	Costo anual
A1 Encargado del vivero	1	400.00	10x20%=(2.0)	800.00
A2 Obreros permanentes	1	200.00	10 x 20%	400.00
Sub-Total:				1 200.00
Más 25%				300.00
Total A =				1 500.00

Sección b: Cuadro 11.TERRENO

Rubro	Costo	Vida estimada del vivero (años)	Costo anual
B1 Costo de alquiler de terreno	80.00		80.00
B2 Costo inicial de preparación del umbráculo	20.00		20.00
Total		=	100.00

Sección c: Cuadro 12. DEPRECIACIÓN

Rubro	Costo inicial	Vida estimada (años)	Costo anual
C1 Equipo de oficina	931.25	3	310.41
C2 Manguera ø ½	50.00	5	25.00
C3 Herramientas	97.00	2	48.50
Total-C =			383.91

Sección d: Cuadro 13. OTROS COSTOS

Uso de vehículos	Núm. de km.	Costo/km. diarios	Costo Total
D1 Chévrolet LUV 2x4	1350km	0.42	567.00
D2 Combustible	1260km		
D3 Recolección estacas Atuntaqui	70km		
D4 La Primavera	10km		
D5 Yahuarcocha	10km		
Combustible (riego)	Cantidad usada	Costo por unidad	Costo 18 meses
Gasolina Extra	40gls	1.50	60.00
Lubricante/ Aceite/Filtro	1.5gls	16.00	16.00
TOTAL E =			643.00

TOTAL COSTO FIJO = a+b+c+d = 1 500 + 100 + 383.91 + 643 = **2 626.91**

COSTOS VARIABLES:

Especie producida : *Erythrina edulis* Triana ex Micheli

Tipo de Producción: Bolsas de tamaño de 25 cm de diámetro, 38 cm de altura

Sección e: Cuadro 14. MANO DE OBRA (Temporal)

ACTIVIDAD	Núm. de unidades	Núm. de jornales	Rendimiento por jornal	Costo
E1 Preparación del terreno	468m	1 temp	56.6m	10.00
E2 Perforación de bolsas	1200 fun.	4 temp	300 fun.	40,00
E3 Preparación del sustrato	32m	4 temp	8m	40.00
E4 Llenado de bolsas	1200 fun.	8 temp	150 fun.	80.00
E5 Acarreo y colocación de bolsas	1200 fun.	8 temp	150 fun.	80.00
E6 Siembra y tapado	1200 fun.	4 temp	300 fun.	40.00
E7 Desmalezado	468mx3	2 temp	702m	60.00
E8 Aplicación de fungicidas	1200 fun.	1 temp	92m ²	10.00
E9 Riego	108horas	6	1200 fun.	60.00
E10 Toma de datos	6000	10	1200 fun.	120.00
E11 Tabulación de datos				150.00
			Sub-total	690.00
			Más 5%	354.00
			Total E	1035.00

* Se aumenta el 5 % al subtotal para incluir los gastos médicos que goza los obreros temporales.

Sección f: Cuadro 15. MATERIALES

MATERIAL	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
F1 Transporte del sustrato al vivero	21.60m	15.88/m	586.66
F2 Envases	1200	0.15	180.00
F3 Estacas	1200	0.25	300.00
F4 Productos químicos			50.00
F5 Herramientas			97.00
F6 Oficina			931.25
TOTAL F =			2144.91

TOTAL DE COSTO VARIABLE = e + f = 1035 + 2144.91 = **3179.91**

COSTO TOTAL:

Costo Fijo = 2 626.91

Costo Variable = 3 179.91

Subtotal = 5 806.82

Más 10 % = 580.68

TOTAL = 9 014.41 dólares americanos

* Número de plantas producidas = 1200 unidades

* Número de plantas útiles = 1080 unidades

* Costo por plántula útil producida = 7.51 dólares

* Costo por plántula usada = 8.35 dólares

Fecha de recopilación : Diciembre 2007

FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: Procedencia Yahuarcocha



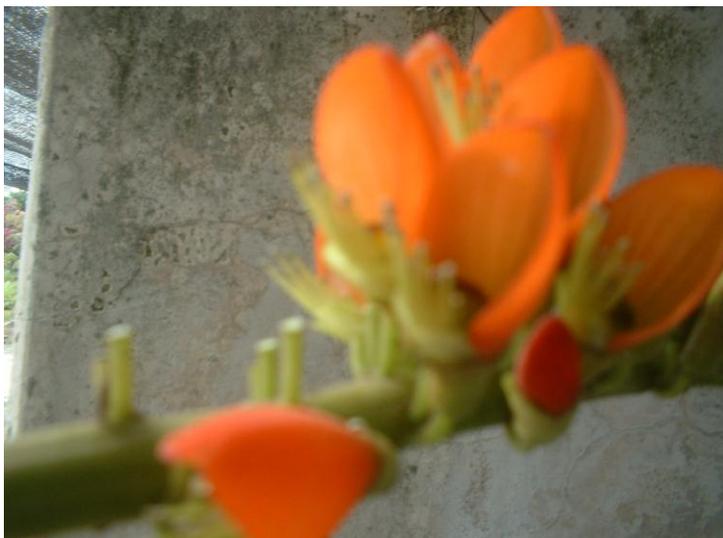
Fotografía 2: El Tallo



Fotografía 3: Las Hojas



Fotografía 4: La Flor



Fotografía 5: El Fruto



Fotografía 6: Tierra Negra



Fotografía 7 : Pomina



Fotografía 8 : Mezcla de Sustratos



Fotografía 9: Enfundado



Fotografía 10: Elaboración de Rótulos



Fotografía 11: Corte de ramas



Fotografía 12: Medición de estacas



Fotografía 13: Corte de estacas



Fotografía 14: Clasificación por Diámetro



Fotografía 15: Colocación de Rótulos



Fotografía 16: Hormonas



Fotografía 17: Hoyado en Fundas



Fotografía 18: Aplicación de Hormonas



Fotografía 19 : Plantación de Estacas



Fotografía 20: Vista General del Ensayo en el Umbráculo



Fotografía 21: Aparecimiento de Yemas



Fotografía 22: Crecimiento de Brotes



Fotografía 23: Longitud de Brotes



Fotografía 24: Medición de longitud de Brotes



Fotografía 25 : Aparecimiento de Flores



Fotografía 26 : Vista General



Fotografía 27: Beneficios del porotón (Alimentación para bovinos)



Fotografía 28: Alimentación para conejos



Fotografía 29: Alimentación para cuyes



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS DE INGENIERO FORESTAL

Tema : **PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL POROTÓN**
Erythrina edulis Triana ex Micheli
UTILIZANDO TRES PROCEDENCIAS, TRES
DIÁMETROS DE ESTACAS CON Y SIN
HORMONA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL
“ LA PRADERA ” PROVINCIA DE IMBABURA

Autor : NELSON PATRICIO GARCÍA BURBANO

Director : Ing. Aníbal Arévalo

Asesores : Ing. Carlos Aguirre
Ing. Edgar Vásquez
Ing. Walter Palacios

2008

RESUMEN EJECUTIVO

1.- PROBLEMA

Las diferentes técnicas utilizadas sobre el manejo del porotón en comunidades demuestran que en ciertos casos no conservan a la especie y son pocos los lugares del callejón interandino que todavía sobreviven.

2.- JUSTIFICACIÓN

Por ser una especie nativa con múltiples usos como: la alimentación humana, animales, medicinal, mejoramiento de suelos, nos permite tomarle como especie importante para su reproducción.

3.- OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las procedencias y diámetros de estacas con y sin hormonas que resulten más apropiadas para la propagación vegetativa del porotón.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar la sobrevivencia de estacas a los tres y siete meses
- b) Analizar la brotación en estacas
- c) Analizar el efecto de la hormona
- d) Determinar el enraizamiento de estacas a los doscientos setenta días
- e) Determinar costos de producción por planta en el vivero en condiciones de investigación

4.- METODOLOGÍA

Para esta investigación se realizó el diseño irrestricto al azar, con cinco observaciones por tratamiento (18 en total), con arreglo factorial de 3x3x2 (procedencia, diámetro, con y si hormona), dándonos un total de 1080 plantas de porotón. distribuídas cada 12 unidades por tratamiento.

Se realizó la toma de datos a los 90, 180, 210 y 270 días después de realizada la plantación, sacando promedios que fueron tabulados por cada tratamiento.

5.- MATERIALES

5.1. Materiales de campo:

- Cinta métrica
- Cinta diamétrica
- Cámara fotográfica
- Estacas del porotón
- Flexómetro
- Fundas de polietileno
- Gavetas plásticas
- Palancones
- Papel
- Lápiz
- Sierra curva
- Rótulos
- Tijeras de podar
-

5.2. Materiales de oficina:

- Calculadora
- Computador
- Impresora

6.- RESULTADOS

De acuerdo a los objetivos general y específicos, los siguientes son los resultados obtenidos por cada variable.

6.1. Supervivencia

La supervivencia a los 210 días alcanzó valores entre 66.86% y 93.46%, observándose que existe brotación de estacas hasta los 180 días, razón por la cual esta variable tiene un comportamiento ascendente, tal como se puede observar en la figura 1.

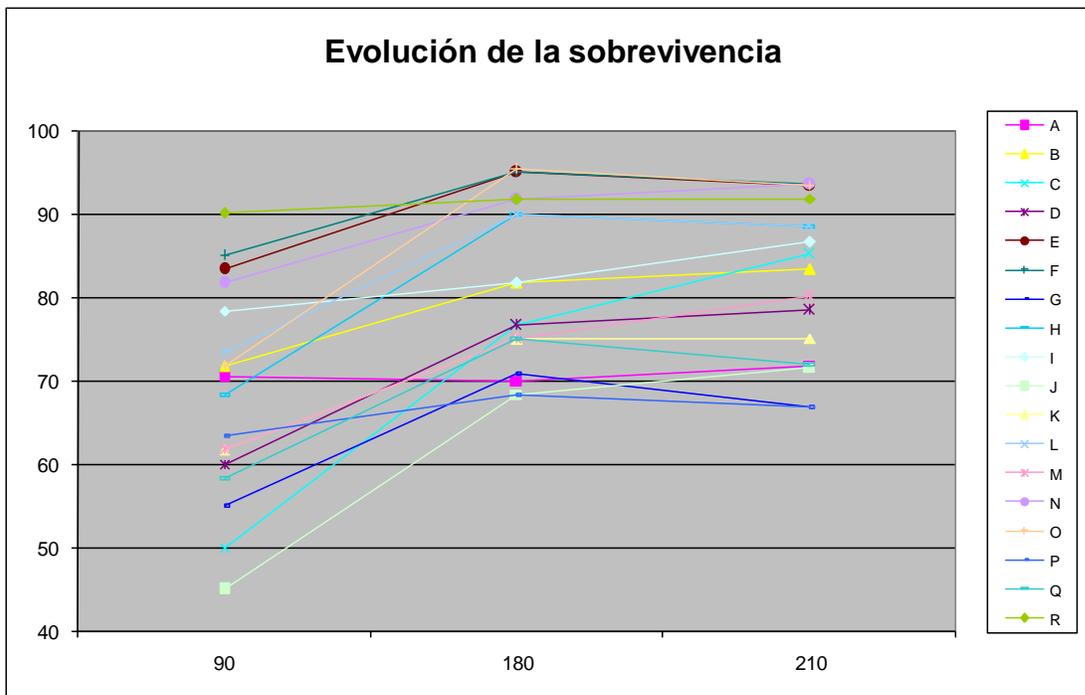


Figura 1. Supervivencia de los brotes en cada tratamiento

Los resultados del análisis de varianza realizados mostraron que existen variaciones significativas en sobrevivencia debido al diámetro de la estaca al 0.05 y muy significativos al 0.01 y en la interacción de los tres factores. Por tanto se acepta la hipótesis alterna, es decir, que existe efecto de la procedencia y diámetro en la sobrevivencia hasta los 180 días.

A los 90 días, en cuanto al efecto de sobrevivencia debido al diámetro de la estaca, se detectó que la procedencia de Atuntaqui obtuvo el 73.88%, siendo mayor a la de Primavera 68.89% y Yahuarcocha 62.01%; estas últimas fueron estadísticamente similares (0,05).

En cuanto al diámetro de estaca, las de 4.5 a 6 cm con 74.72% de sobrevivencia fueron estadísticamente similares a las de 3 a 4 cm (70.83%) y que fueron mayores a las de diámetro menor a 2.5 cm que alcanzaron una sobrevivencia de 59.23%.

En cuanto al efecto de procedencias, a los 180 días se detectó que la sobrevivencia de las estacas de Atuntaqui (88,10%) fue estadísticamente (0.05) mayor a las de la Primavera (79.57%), y Yahuarcocha (62.01%), siendo estas dos últimas estadísticamente iguales.

En lo que respecta a la variable diámetro, las estacas de diámetro menor a 6 cm (88.38%), tuvieron una sobrevivencia estadísticamente igual a las de 3 a 4 cm (84.72%) y estas fueron mayores a las de diámetro menor .

6.2. Brotación

A los tres meses de instalado el ensayo, se constató que en los tratamientos F6, I9 y K11 (sin hormonas, procedencias de Atuntaqui y Primavera con

diámetro menor a 6 cm y con hormona, procedencia de Yahuarcocha con diámetro entre 3-4), las estacas tuvieron 27% de brotación de yemas, seguidos por los demás tratamientos en orden descendente (ver figura 2).

El análisis de varianza realizado ($\alpha=0.05$) muestra que no existe variaciones significativas, es decir que se acepta la hipótesis nula, lo que significa que no existe efecto significativo de los factores diámetro de estaca, procedencias y aplicación o no de hormonas, evaluados a través de la cuantificación de la aparición de yemas y brotes. Tal como puede verse en el gráfico 1 y análisis de varianza ADVA

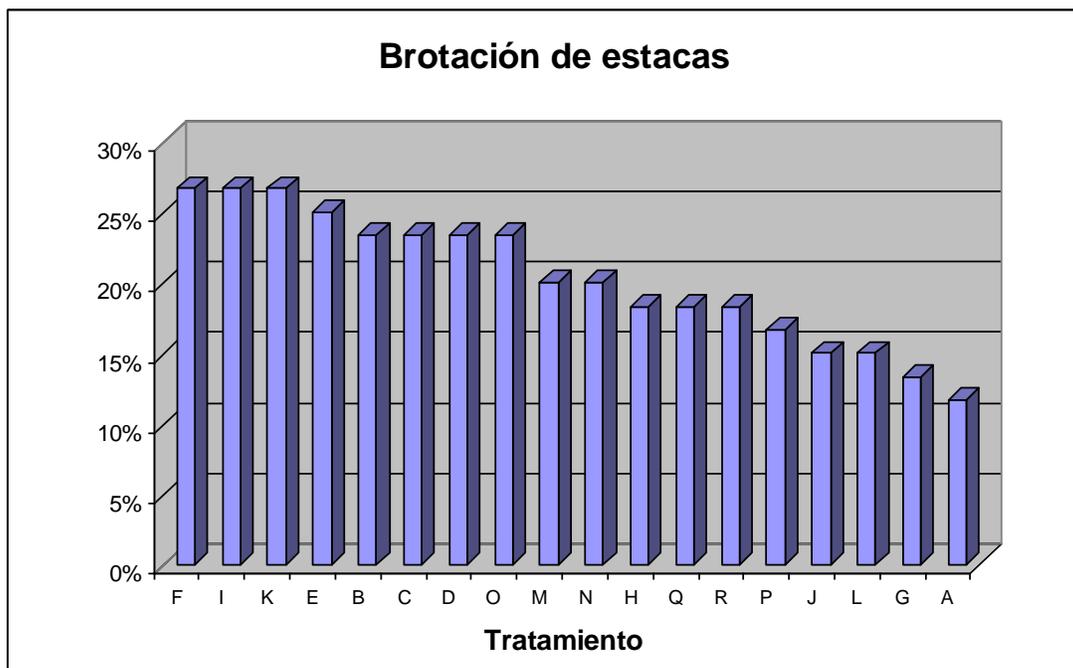


Figura 2. Brotación de estacas en cada tratamiento

6.3. Longitud de brotes en diferentes partes de la estaca.

Se evaluó la longitud de brotes en el primer cuarto de la estaca, en la mitad y en el borde superior, encontrándose que, en todas las partes, el diámetro de estaca afectó la longitud de brotes, y solo en el borde superior se encontró el efecto del factor procedencia, como se detalla a continuación:

Brotes en el primer cuarto de la estaca:

Se puede apreciar en la figura 3 que la longitud de brotes a los 90 días alcanzó valores desde 5.50 cm hasta 12.30 cm.

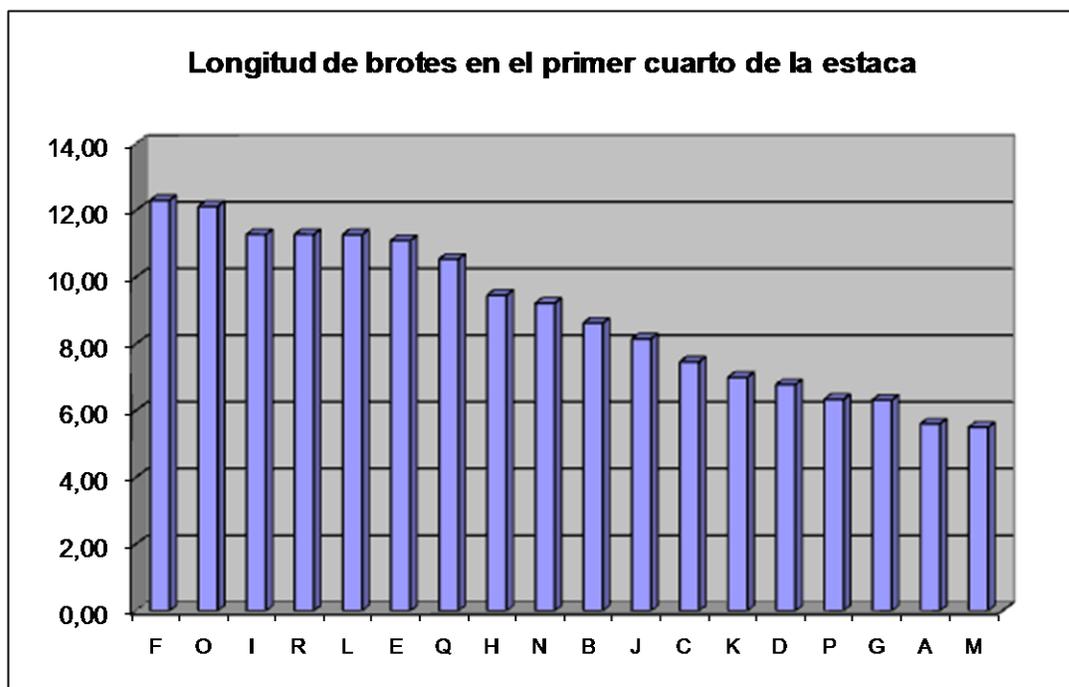


Figura 3. Longitud de brotes a los 90 días en el primer cuarto de la estaca.

Al aplicar la prueba de Tukey (0.05), se determinó que la longitud fue directamente proporcional al diámetro de la estaca, de tal forma que la longitud de brotes en

diámetros menor a 6 cm alcanzaron un promedio de 10.95 cm, superior a los brotes de las estacas con diámetros de 3 a 4 cm con una longitud promedio de 9.32 cm y estos fueron superiores a los tratamientos con estacas con diámetros menores a 2.5 cm, que alcanzaron 6.45cm. Al realizar la prueba de Tukey al 0.01 de significancia, resultó que la longitud en los diámetros mayores, fue igual a los intermedios (>6 cm y 3 a 4cm) y mayor a los de menor diámetro (<2.5 cm)

Brotes en la mitad de la estaca:

Se puede apreciar que la longitud de brotes a los 90 días alcanzó valores desde 4.64 cm hasta 12.70 cm, tal como puede ver en la figura 4.

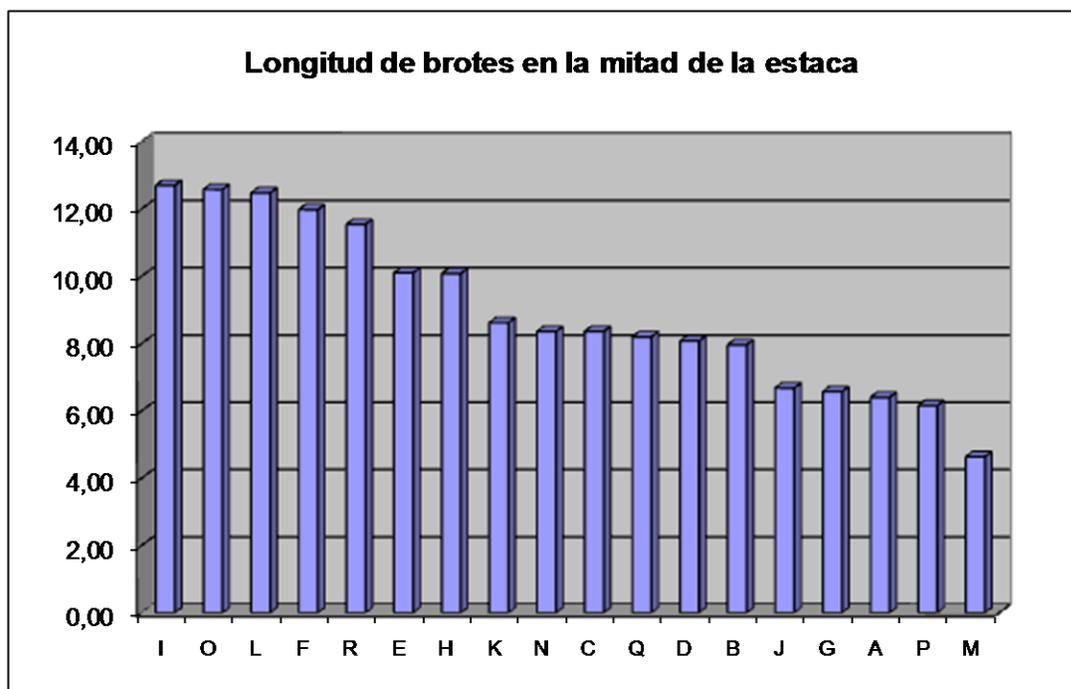


Figura 4. Longitud de brotes a los 90 días en la mitad de la estaca.

La prueba de Tukey (0.05 y 0.01), al igual que en el caso anterior, determinó que la longitud fue directamente proporcional al diámetro de la estaca, de tal forma que la longitud de brotes en estacas con diámetros menor a 6 cm obtuvieron un valor promedio de 11.61 cm, mayor que la longitud promedio de 8.89 cm para brotes de estacas con diámetros de 3 a 4 cm y estos a su vez fueron mayores a los tratamientos con estacas cuyos diámetros fueron menores a 2.5 cm, que alcanzaron 6.42 cm de longitud en promedio (<2.5 cm).

Brotes en el tercio superior de la estaca:

La longitud de brotes a los 90 días, alcanzaron valores desde 6.18 cm hasta 15.02 cm, tal como se puede ver en la figura 5.

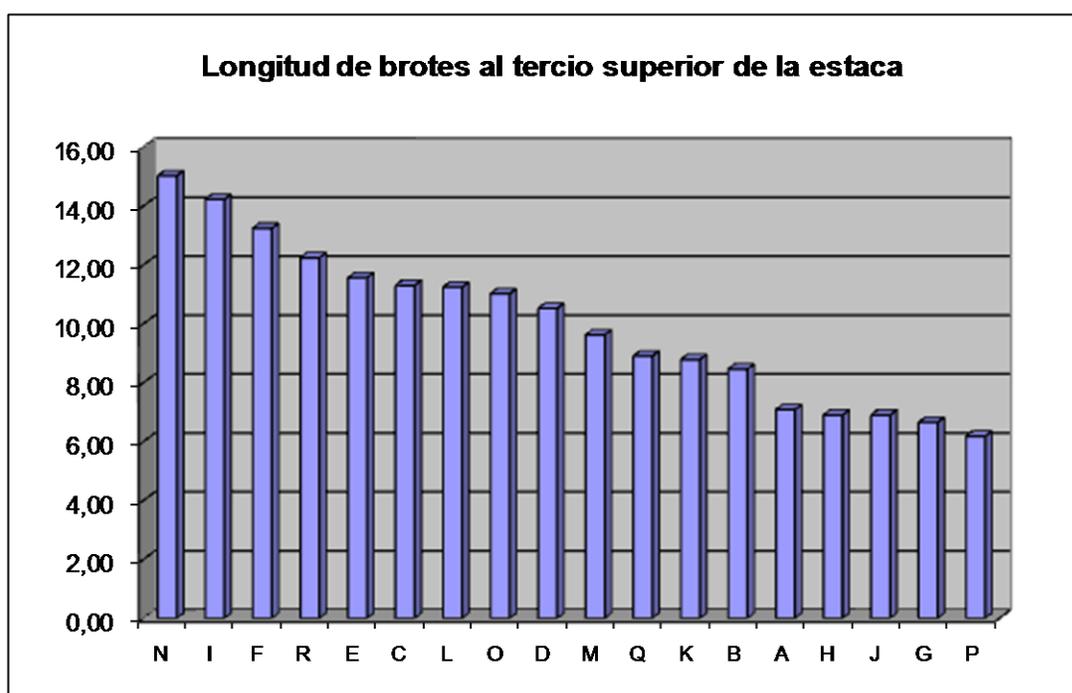


Figura 5. Longitud de brotes a los 90 días al tercio del borde superior de la estaca.

Los resultados del análisis de varianza determinaron que existe efecto de las procedencias (0.05) y del diámetro de la estaca (0.05 y 0.01) en el crecimiento en longitud de los brotes.

En el caso de procedencias, se encontró que la longitud de brotes de la procedencia de Atuntaqui con una longitud promedio de 1.93 cm fue menor que los brotes de la procedencia La Primavera, con una longitud promedio de 9.18 cm, y que los de Yahuarcocha, con 8.96 cm; el crecimiento en longitud de brotes fue estadísticamente igual entre las procedencias La Primavera y Yahuarcocha (Tukey).

6.4. Efecto de la hormona

Del análisis realizado a los resultados, se determinó que, la hormona tuvo efecto en altura de brote (Dunnet 0.05), tal como puede verse en el cuadro 1.

Cuadro 1. Efecto de la hormona a los 210 días.

Procedencia/estaca	Longitud	COMPARADOR DUNNET	Diámetro	COMPARADOR DUNNET	
Yahuarcocha		7.09		3.40	
<2.5 cm de diámetro	5.54 ^(ns)		0.42 ^(ns)		
3- 4 cm de diámetro	6.33 ^(ns)		0.68 ^(ns)		
< 6 cm de diámetro	16.48**		2.01 ^(ns)		
La Primavera					
<2.5 cm de diámetro	9.19*		0.48 ^(ns)		
3-4 cm de diámetro	5.63 ^(ns)		2.00 ^(ns)		
< 6 cm de diámetro	12.15**		- ^(ns)		
Atuntaqui					
<2.5 cm de diámetro	9.18*	1.39 ^(ns)			
3- 4 cm de diámetro	9.02*	0.14 ^(ns)			
< 6 cm de diámetro	8.89*	2.21 ^(ns)			

(ns) : no significativo

Crecimiento en longitud de brotes:

El crecimiento en longitud del brote, estuvo en un rango de 47.28 cm y 22.75 cm a los 210 días (ver fig. 6). El análisis de varianza (0.05), mostró que existen variaciones significativas a nivel de procedencias, diámetro y hormonas, por tanto, se concluye aceptando la hipótesis alterna, es decir que, existe efecto muy significativo del diámetro, efecto significativo de las procedencias, interacción de procedencias, diámetro y hormonas, a los 210 días .

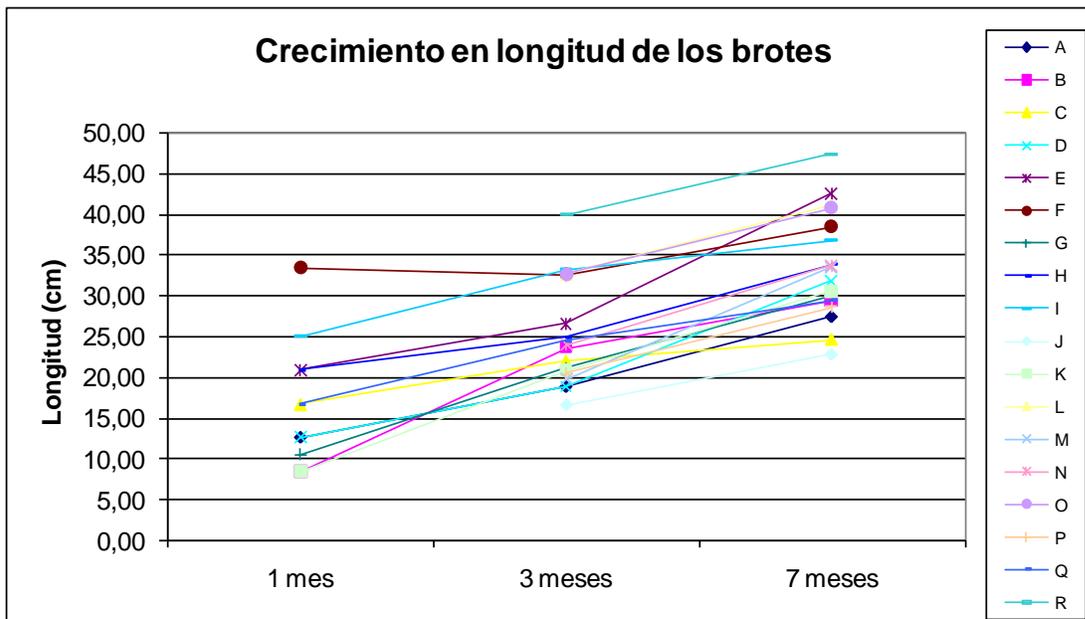


Figura 6. Evolución del crecimiento de brotes

A los 180 días se encontró que, la altura de brotes de las procedencias La Primavera con 27.27 cm, fueron superiores en crecimiento a los de Atuntaqui con 25.68 cm y éstos a los de Yahuarcocha con 22.36 cm (Tukey 0.05 y 0.01). En el caso del diámetro de estacas menores a 6 cm, la altura de los brotes alcanzó un promedio de 32.10 cm, mayor que la altura

promedio de 24.02 cm para brotes de estacas con diámetros de 3 a 4 cm y éstos fueron mayores a los tratamientos con estacas cuyos diámetros fueron menores a 2.5 cm, que alcanzaron 19.20 cm en promedio de altura.

A los 210 días se encontró una supremacía de crecimiento de brotes en la procedencia Atuntaqui, que alcanzó 36.77 cm, estadísticamente superior a La Primavera con 34.26 cm y esta a la de Yahuarcocha con 29.27 cm.

En el caso del diámetro de la estaca, la tendencia en altura se mantuvo, es decir que, las estacas con diámetros menores a 6 cm alcanzó un valor promedio de 38.12 cm, siendo mayor que la altura promedio de 32.1 cm de brotes en estacas con diámetros de 3 a 4 cm y a la vez los brotes fueron mayores a los tratamientos en estacas con diámetros menores a 2.5 cm que alcanzaron 28.29 cm en promedio de altura.

Crecimiento en diámetro basal de los brotes

El crecimiento en diámetro alcanzado por los brotes, estuvo en un rango de 8.87 y 14.34 mm a los 210 días, para los valores mínimos y máximos respectivamente. El análisis de varianza (0.05) muestra que existe variaciones significativas a nivel de diámetro, y por tanto, se acepta la hipótesis alterna, es decir que existe efecto significativo del diámetro de estaca en los diámetros de brotes a los 210 días .

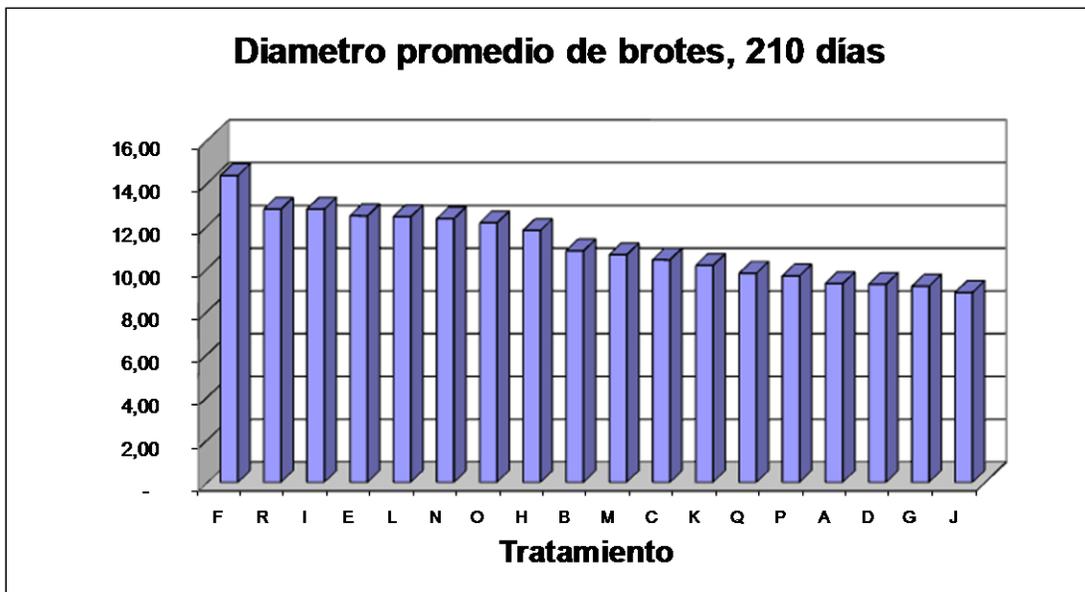


Figura 7. Crecimiento de brotes en diámetro a los 210 días.

Al analizar el efecto del diámetro de estaca, se encontró que la longitud en diámetros menores a 6 cm, alcanzaron un valor promedio de 12.47 cm, fue estadísticamente igual que la altura promedio de 12.1 cm para brotes de estacas con diámetros de 3 a 4 cm y mayor a los tratamientos con estacas cuyos diámetros fueron menores a 2.5 cm donde alcanzaron 9.48 cm de longitud, (Ver anexo 6. Sección 6 .1).

6.5. Enraizamiento de estacas

A los 270 días de instalado el ensayo de los datos obtenidos de los 18 tratamiento de sacó el promedio de cada uno de ellos y como resultado obtuvimos que el enraizamiento de las estacas de la procedencia de Atuntaqui (88,10%) fue estadísticamente (0.05) mayor a Primavera (79.57%) y Yahuarcocha (62.01%).

En relación al crecimiento radicular, se observó que la mayor longitud fue

alcanzada por el tratamiento A (Procedencia de Yahuarcocha, sin hormona y diámetro menor a 2,5 cm) con 70 cm y el menor por el tratamiento N (Atuntaqui, con hormona y diámetro entre 3 y 4 cm), tal como puede apreciarse en la figura 8.

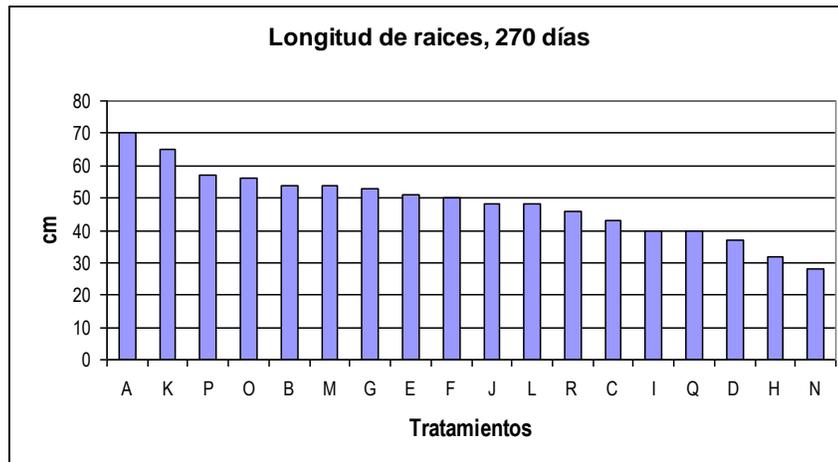


Figura 8 : Longitud de raíces

Al analizar los datos se determinó que la procedencia de Yahuarcocha presenta longitud de raíces en promedio de 54.67 cm por planta, la de Atuntaqui con 46.00 cm y La Primavera con 44.67 cm. De igual forma, al comparar los datos frente a las clases de diámetro de estacas de las cuales provienen las plantas obtenidas, se encontró que en promedio las estacas con diámetro menores a 2,5 cm obtuvieron longitudes de raíces por planta de 39.88 cm, las de diámetro menor a 6 cm con longitudes de 35.38 cm y las de diámetro de 3 y 4 cm con longitudes de raíces de 33.75 cm.

De igual forma, se evaluó el número de raicillas por estaca, obteniéndose que el mayor número de raíces por planta fue de 21, correspondiente al tratamiento Q (La Primavera, con hormona y con diámetro de estaca entre 3 y 4 cm) y el menor número fue de 3 raíces por planta, del tratamiento P (La Primavera, con hormona y con diámetro de estaca menor a 2,5 cm), figura 9.

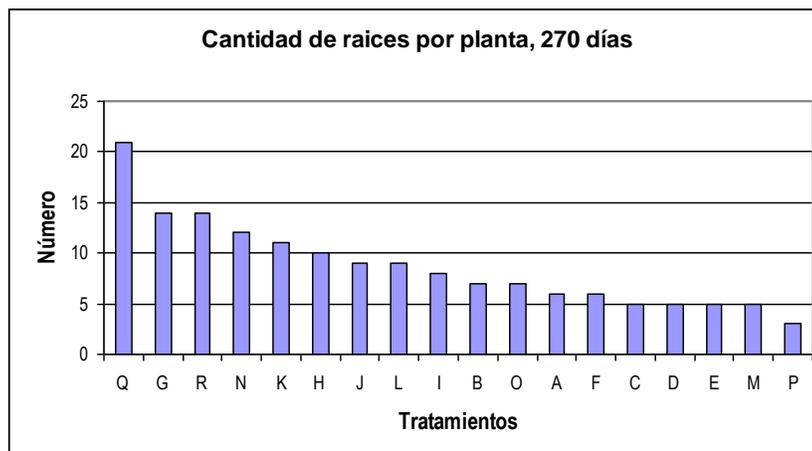


Figura 9 : Cantidad de raíces

Al analizar los datos se determinó que en promedio, la procedencia La Primavera presentó valores de 11.67 raíces por planta, seguidas por las de Yahuarcocha con 7.83 y Atuntaqui con 6.6. De igual forma, al contrastar los datos frente a las clases de diámetro de estacas de las cuales provienen las plantas obtenidas, se encontró que en promedio las estacas con diámetro entre 3 y 4 cm obtuvieron 8.25 raíces por planta, seguidas de las menores a 6 con 5.38 y las menores a 2.5 con 5.25.

6.7. Costos

Los costos obtenidos en la investigación (Ver Anexo10), se detallan de la manera siguiente:

Costos fijos	=	2626.91	
Costos variables	=	31 79.91	
Subtotal	=	5806.82	
Más 10 %	=	580.68	
TOTAL	=	9014.41	dólares

7. CONCLUSIONES

De la información obtenida se concluye que:

- Las estacas de mayor diámetro (entre 4.1 y 6 cm) de la procedencia de Atuntaqui alcanzaron la mayor sobrevivencia a los tres, seis y nueve meses.
- A los tres meses se encontró que los tratamientos sin hormonas, procedencia de Atuntaqui y Primavera con diámetros menores a 6 cm, alcanzaron el mayor porcentaje de brotación, sin embargo no existió diferencias estadísticas, por lo que, se considera que no hubo efecto de los factores estudiados en la brotación.
- Sobre el efecto de las hormonas, se determinó que respecto a la brotación de estacas estas no fueron estimuladas por la aplicación de hormonas; ni tampoco se detectó un efecto sobre procedencias; es probable que posteriormente en el sitio definitivo se detecten diferencias.

8. RECOMENDACIONES

- Para realizar la propagación del porotón se debe utilizar estacas jóvenes, con diámetros entre 3 a 6 cm; para obtener plántulas sanas y vigorosas en gran escala por los costos de producción.
- Al momento de realizar la recolección de estacas, los cortes deben realizarse con seguetas o serruchos curvos para evitar desprendimientos de corteza y el transporte del material vegetativo hacerlo en gavetas para evitar daños físicos.
- Realizar el seguimiento de esta investigación con el propósito de detectar en el sitio de plantación definitivo las respuestas al desarrollo de la planta