



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE BIOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE

**Determinación de un método de enraizamiento inducido
hormonalmente para *Polylepis reticulata* en la zona de
cucheros – Parque Nacional Cajas provincia del Azuay.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Biólogo**

Autores:

**Oswaldo Israel Calle Litardo
Alvaro José Córdova Segarra**

Director:

Dr. Juan Rodrigo Calderón Machuca

**Cuenca, Ecuador
2009**

Dedicatoria.

...a nuestros padres, por su apoyo constante desde el inicio de nuestras carreras.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestras familias por el apoyo durante toda nuestra vida. A ETAPA y la Corporación Parque Nacional Cajas por financiar esta investigación como parte integral del plan de manejo. A la Universidad del Azuay y la Escuela de Biología por el apoyo logístico y académico. Al Dr. Gustavo Chacón por hacer posible el financiamiento de esta tesis y por sus consejos. A Paúl Sarmiento por su ayuda en el trabajo de campo. Y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron para poder culminar esta importante etapa de nuestras vidas.

Resumen

La determinación de un método de enraizamiento hormonal para la obtención de plantas de *Polylepis reticulata*, en el Parque Nacional Cajas, permitió desarrollar un protocolo de propagación vegetativa promisorio. Se utilizó tres hormonas sintéticas en cinco diferentes concentraciones con acodos aéreos y terrestres, y estaquillados en invernaderos; la hormona y concentración idóneos fue un compuesto indólico en 1000 ppm; con esta técnica es posible acelerar la reproducción y crecimiento de *P. reticulata* en comparación con métodos convencionales, contribuyendo así a incrementar el conocimiento sobre forestación con esta especie tanto en el Parque Nacional como en la zona andina, en general.

Abstract

A promising vegetative propagation protocol was developed to obtain *Polylepis reticulata* seedlings in the Cajas National Park, after the determination of a hormone-induced rooting method. Three synthetic hormones were used with five different concentrations in aerial and terrestrial branch layers, and in plant stakes within a greenhouse. The procedure accelerated the reproduction and growth rates of *P. reticulata* in comparison to conventional methods, increasing the knowledge about forestation with species in both the National Park and in the Andean region.

OBJETIVOS

General

Desarrollar técnicas de producción de raíces de *Polylepis reticulata*, mediante inducción hormonal, que incidan en la obtención de plantas viables, para futuros programas de revegetación en el Parque Nacional Cajas y otras áreas de páramo del País.

Específicos

- Determinar que hormona biorreguladora es óptima en la producción de raíces.
- Determinar el mejor tratamiento para la producción de raíces.
- Establecer un protocolo de inducción hormonal para la producción de raíces en *Polylepis reticulata*.
- Obtener plántulas de *Polylepis reticulata* mediante la aplicación del protocolo desarrollado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
OBJETIVOS.....	vi
INDICE DE CONTENIDOS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE GRÁFICOS.....	xi
INDICE DE ANEXOS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii

CAPITULO I: METODOLOGÍA

Descripción del sitio de estudio.....	7
Trabajo de Campo.....	10
1.2.1 Elaboración del acodo aéreo.....	11
1.2.2 Elaboración del Acodo terrestre.....	12
1.2.3 Elaboración del estaquillado.....	13
1.3 Trabajo de Laboratorio.....	13
1.4 Análisis de Datos.....	13

CAPITULO II: RESULTADOS

2.1 Acodo Aéreo..... 14
 2.2 Acodo Terrestre..... 17
 2.3 Estaquillado..... 21
 2.4 Análisis Estadístico..... 21

CAPITULO III: DISCUSIÓN

3.1 Técnicas de reproducción..... 23
 3.2 Hormonas Biorreguladoras..... 24

CONCLUSIONES..... 25

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... 27

ANEXOS..... 30

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 : Sitios de estudio, ubicados en las microcuencas del río matadero y río Llaviuco, Parque Nacional Cajas, subcuenca del Tomebamba.....7
FIGURA 2: Forma y ubicación geográfica, bosque Cucheros.....8
FIGURA 3: Forma y ubicación geográfica, bosque Toreadora.....9
FIGURA 4: Forma y ubicación geográfica, bosque Patoquinas.....9
FIGURA 5: Producción total de raíces por ensayo, en acodo aéreo, con cinco concentraciones, utilizando ácido Naftalenacético.....14
FIGURA 6: Producción total de raíces por ensayo, en acodo aéreo, con cinco concentraciones, utilizando ácido Indolbutírico.....15
FIGURA 7: Producción total de raíces por ensayo, en acodo aéreo, con cinco concentraciones, utilizando ácido Indolacético.....15

FIGURA 8: Porcentaje de enraizados de acodo aéreo, en las tres revisiones.....16

FIGURA 9: Comparación de la producción radicular entre hormonas, en A. aéreo...16

FIGURA10: Producción de raíces en las tres revisiones, en acodo aéreo.....17

FIGURA 11: Producción total de raíces por ensayo en acodo terrestre, con cinco concentraciones utilizando ácido Naftalenacético.....18

FIGURA 12: Producción total de raíces por ensayo en acodo terrestre, con cinco concentraciones, utilizando ácido Indolbutírico.18

FIGURA 13: Producción total de raíces por ensayo en acodo terrestre, con cinco concentraciones utilizando ácido Indolacético.....19

FIGURA 14: Porcentaje de enraizados de acodo terrestre, en las tres revisiones.....19

FIGURA 15: Comparación de la producción radicular entre hormonas, en A. terrestre.....20

FIGURA 16: Producción de raíces en las tres revisiones, en acodo terrestre.20

FIGURA 17: Porcentaje de enraizamiento de los acodos terrestre.....21

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFIA 1 MEDIDA DE RAÍCES.....10

FOTOGRAFIA 2 ELABORACIÓN DEL ACODO AÉREO..... 11

FOTOGRAFIA 3 ELABORACIÓN DEL ACODO TERRESTRE..... 12

**Calle Litardo Oswaldo Israel
Córdova Segarra Álvaro José
Trabajo de Graduación
Director: Dr. Juan Calderón
Fecha: Febrero 2009**

DETERMINACION DE UN MÈTODO DE ENRAIZAMIENTO
INDUCIDO HORMONALMENTE PARA *Polylepis reticulata* EN LA
ZONA DE CUCHEROS- PARQUE NACIONAL CAJAS PROVINCIA
DEL AZUAY

INTRODUCCIÓN

Importancia de los páramos

Los páramos, son un ecosistema neotropical de montaña, que se encuentra desde la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia, en su extremo norte, hasta la depresión de Huancabamba, en el Perú, en su extremo sur. (Balslev 1992).

Incluye aproximadamente todo lo que se encuentra por sobre los 3.000 metros sobre el nivel del mar. Forma un collar discontinuo, con zonas particularmente aisladas en la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia) y las cordilleras de Perijá en la frontera colombo-venezolana y en Mérida (Venezuela). (Balslev 1992).

También hay pequeñas "islas" de páramo en las cumbres más altas de Costa Rica y Panamá. El país con mayor superficie de su territorio cubierta por páramos es Ecuador,

Colombia a su vez posee cerca del 50% del total de los páramos en el mundo. (Balslev 1992).

Los páramos tienen un importante valor científico y ecológico por su flora endémica y su paisaje único, son fundamentales para la regulación de la hidrología regional y además constituyen la fuente de agua potable para la mayoría de la población de los Andes (Luteyn, 1992).

El páramo es el ecosistema más sofisticado para el almacenamiento de agua por la materia orgánica en el suelo, la cual aumenta los espacios para la acumulación del agua, y también por la morfología de las plantas que actúan como una verdadera esponja (Medina y Mena, 2001).

Las zonas de vegetación natural por arriba de las 3200 m s.n.m, en las sierras andinas han cedido espacio a la agricultura (Hofstede, 1995), teniendo como consecuencia que la capa de vegetación desaparezca durante un determinado periodo.

En el Ecuador aún no se conoce el número exacto de especies de plantas que viven en los páramos, pero León-Yáñez (2000) sugiere que son alrededor de 1500, siendo esta cifra alta para un sitio definido por muchos como homogéneo.

A pesar de que en los páramos, los pajonales dominan la visión, hay varias especies arbóreas que crecen a grandes altitudes que se encuentran aisladas o formando parte de remanentes boscosos; la principal especie arbórea o mas representativa es la del género *Polylepis*, conocida como quinua o yagual en el sur del Ecuador (León-Yáñez, 2000).

Importancia de los bosques de *Polylepis*

Polylepis se encuentra en los Andes ecuatorianos entre los 2700 m s.n.m y 4300 m s.n.m. Algunas especies se distribuyen en varias provincias y comparten los mismos hábitats, mientras que otras tienen una distribución más limitada (Romoleroux, 2002).

En Ecuador se han registrado siete especies de *Polylepis*: *incana*, *lanuginosa*, *microphylla*, *pauta*, *reticulata*, *sericea* y *weberbaueri*. De las siete registradas cuatro se encuentran en el Parque Nacional Cajas y son: *incana*, *reticulata*, *lanuginosa* y *weberbaueri*, las cuales pueblan diferentes zonas del parque. (Romoleroux, 2002).

Los bosques de *Polylepis* contienen una parte importante de la biodiversidad de Sudamérica, además estos hábitats albergan especies endémicas y diferentes formas de vida vegetal, que incluyen plantas epifitas, lianas y numerosas especies herbáceas, incrementan la diversidad de mamíferos e insectos (Tarifa, 2001). Estos bosques montanos regulan la escorrentía, controlan los procesos erosivos, aumentan el aporte hídrico mediante la condensación de neblina (Fjeldsa y Kessler, 1996).

El aprovechamiento de este recurso para la obtención de leña, los incendios dirigidos al rejuvenecimiento de los pastos (chaqueos), el pastoreo y la ampliación de nuevas zonas de cultivos, han reducido la cobertura de estos bosques (Kessler y Driesch, 1994), En la

mayor parte de su distribución están en disminución, su protección y regeneración es una prioridad (Cabido, 1985).

Además de estos factores es importante mencionar que la reproducción a partir de semillas se da en una escala muy limitada debido a su bajo poder germinativo. Según investigaciones realizadas por Pretzell (1985) en Perú, *Polylepis incana* presentó valores de germinación 2-4%; de acuerdo a experiencias realizadas en Argentina, Guzmán (2006) reportó un 3.1% de plántulas germinadas para *Polylepis tomentella*.

El bajo poder germinativo podría estar relacionado a los fenómenos propios de la especie como la dicogamia y la dispersión anemófila (Cruz, 1999). Por otro lado, las plántulas son consumidas por pequeños roedores de la zona así como por el ganado (Hensen, 1994).

Existen especies que son particularmente sensibles a cambios de su hábitat y son aquellas que hoy se encuentran con serios problemas de conservación, como es el caso de *Polylepis reticulata*.

Una forma de cambiar el estado de conservación es incrementando el recurso por medio del manejo (Santelices 2005), es decir, aplicar técnicas orientadas a la repoblación de las áreas afectadas con el fin de conservar esta especie.

Para ello la reproducción vegetativa principalmente la reproducción por estacas ha sido utilizada ampliamente en especies leñosas. A pesar de esto, existen muy pocos reportes

publicados sobre la propagación de *P. reticulata* y sólo es posible obtener información técnica sobre la propagación vegetativa de esta especie.

Biorreguladores sintéticos

Went (1939) definió a las hormonas de crecimiento como sustancias que siendo producidas en una parte de un organismo son transferidas a otra y éstas influyen un proceso fisiológico específico.

Los reguladores de crecimiento juegan un papel principal en el control del crecimiento no solo en la planta como un todo, sino también al nivel de órgano, tejido y célula; ya que la mayor parte de la actividad fisiológica de las plantas esta mediada por los fitorreguladores. (Went, 1939).

Actualmente se conocen cinco tipos básicos de fitorreguladores; divididos en tres grupos:

- Promotores del crecimiento → auxinas, citoquininas y giberelinas.
- Inhibidores del crecimiento → ácido abscísico.
- Etileno.

Esta tesis esta destinada a proponer una estrategia para la producción de raíces, utilizando hormonas reguladoras de enraizamiento en tres distintos métodos: estaquillado, acodos aéreo y terrestre. Tratando de reducir el tiempo acelerando la producción de raíces para la obtención de plántulas de *Polylepis reticulata*, con el

propósito de colaborar en programas de reforestación en áreas de páramo. Ya que la cobertura de estos bosques pierden cada día más su extensión debido a su lenta regeneración, a las intervenciones antropogénicas y otras situaciones naturales, como las quemadas (Cabido, 1985), causando un desequilibrio en las poblaciones de esta y otras especies en las zonas altas del austro ecuatoriano.

Parque Nacional Cajas (PNC)

El 90.6% del área corresponde al ecosistema de páramo herbáceo, exceptuando pequeñas áreas, localizada al sur este (Mazán) y oeste (Canoas), caracterizadas por presentar alturas absolutas inferiores a los 3600 m s.n.m. y espacios geográficos intervenidos; los sectores norte (Patul), y sur (Soldados), incluyen a un sistema lacustre de 235 lagunas de origen glacial, además de una gran cantidad de parches de *Polylepis* (Quinua) que en el PNC, se encuentran sobre la cota de los 3300 m s.n.m., se localizan generalmente en sitios protegidos y cerca de las lagunas; en sitios rocosos, encañonados y, a las orillas de quebradas y riachuelos. El estrato arbóreo es bajo, entre 8 y 10 m de altura, con árboles retorcidos y muy ramificados cuyos troncos y ramas están cubiertos de musgos (Fernández de Córdova y Santillán, 2006).

CAPÍTULO I

METODOLOGÍA

1.1 Descripción del sitio de estudio

El Parque Nacional Cajas ocupa parte de los territorios de la cordillera occidental del centro Sur de los Andes ecuatorianos: altitudinalmente está enmarcado entre los 3100 m s.n.m y los 4545 m s.n.m. El área incluye las cuencas altas de los ríos Llaviuco, Mazán y Soldados, que drenan hacia el Atlántico y de los ríos Luspa, Sumincocha, Atugyacu, Yantaguhayco, Jerez y Angas, hacia el Pacífico (Fernández de Córdova y Santillán, 2006).

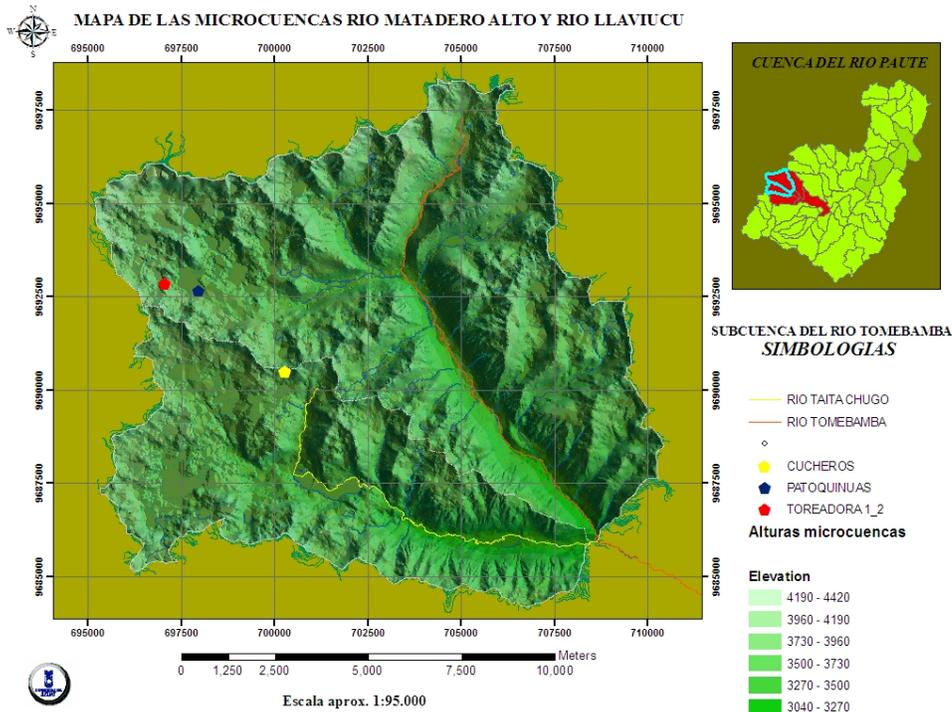


Figura 1: Sitios de estudio, ubicados en las microcuencas del río matadero y río Llaviuco, Parque Nacional Cajas, subcuenca del Tomebamba.

La investigación fue realizada en cuatro bosquetes de *Polylepis reticulata*, uno en el sector de Cucheros, otro en el sector de Patoquinuas y los restantes en la Toreadora (Figura 1).

Cucheros: se localiza en la vertiente oriental del PNC (UTM 700259-9690492), en la cuenca del río Tomebamba, Este bosque se encuentra a 1,3 km de la via Cuenca-Molleturo-Naranjal, tiene un área aproximada de 1 ha, (Figura 2) (Fernández de Córdova y Santillán, 2006).

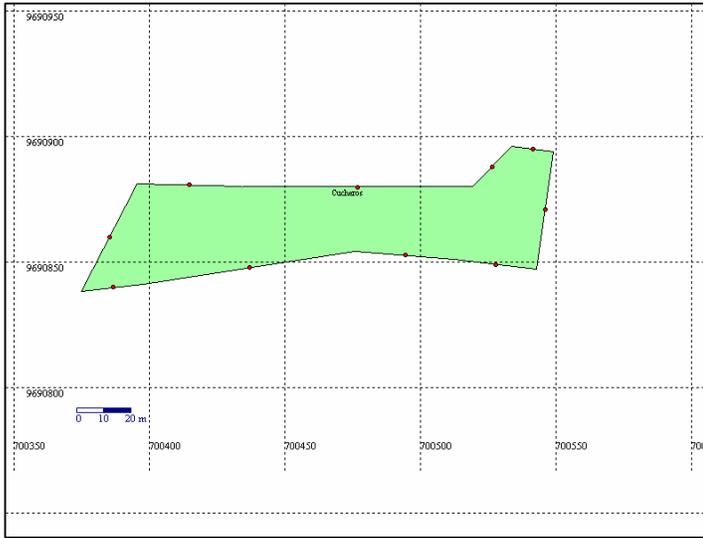


Figura 2: Forma y ubicación geográfica, bosque Cucheros.

Toreadora: este bosque pertenece a la cordillera oriental del PNC (UTM 697058-9692872) en la cuenca hidrográfica del Tomebamba, esta ubicado a 359 m de la vía Cuenca-Molleturo-Naranjal, tiene un área de 1.6 ha, (Figura 3). (Fernández de Córdova y Santillán, 2006).

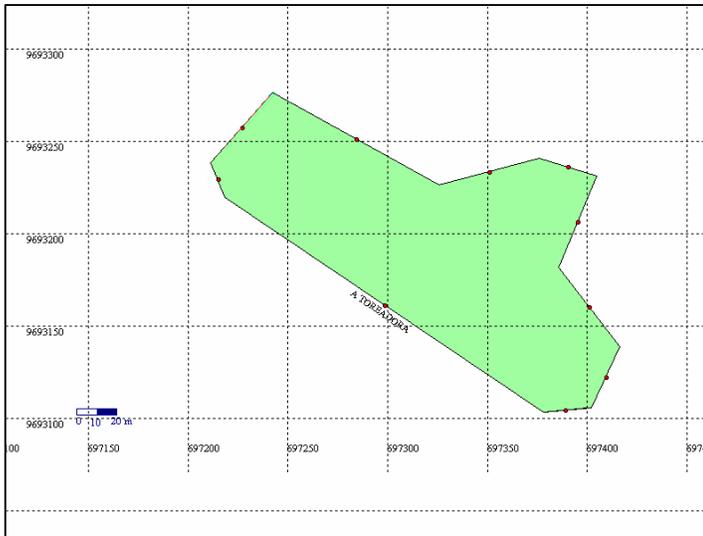


Figura 3: Forma y ubicación geográfica, bosque Toreadora.

Patoquinas: se encuentra en la cordillera oriental del Parque (UTM 697941-9692650) en la cuenca del río Tomebamba, ubicándose a 614 m de la vía Cuenca-Molleturo-Naranjal, tiene un área de 1.5 ha. (Figura 4) (Fernández de Córdova y Santillán, 2006).

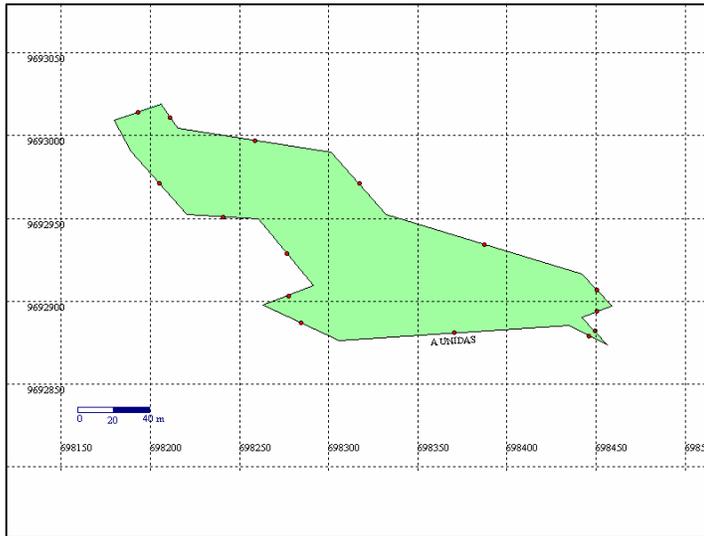


Figura 4: Forma y ubicación geográfica, bosque Patoquinas.

1.2 Trabajo de Campo

Las hormonas que se utilizaron para los tratamientos fueron ácido Indolacético (AIA), ácido Indolbutírico (AIB) y ácido Naftalenacético (NAA), en concentraciones de 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, 800 ppm y 1000 ppm.

Con cada concentración se trataron 10 individuos, teniendo 50 por hormona en cada bosque, para los tratamientos de acodo aéreo y acodo terrestre. En el estaquillado se trataron 25 individuos por concentración teniendo un total de 125 por hormona.

Los acodos fueron revisados en los cuatro bosques, a los 30, 60 y 90 días, luego de su inoculación. Se tomó datos del número, largo y ancho de las raíces (Fotografía 1).



Fotografía 1. Medida de raíces.

Como testigo se tomaron 10 individuos al azar para acodo aéreo y terrestre, además una muestra 25 individuos para el tratamiento de estaquillado, los cuales no fueron inoculados con hormona. Los individuos tratados y testigo de los tres tratamientos están sujetos a temperatura y humedad proporcionada por el medio ambiente.

1.2.1 Elaboración del acodo aéreo

Se determina un lugar en la periferia del bosque donde se encuentren individuos con ramas en forma regular que tengan más de tres yemas (Hartman y Kester, 1995), número suficiente para la implementación del siguiente tratamiento:

De cada rama se escogió la yema más alejada del ápice, que permita quitarle la corteza con un estilete, sin causar daño a los tejidos internos; esto permitió la absorción de la hormona, que en ese instante con un rociador, fue inoculada una dosis aproximada de 3 ml por yema. Para dar sustento a las nuevas raíces se colocó un sustrato orgánico

comercialmente conocido como Pitmus BM6 (Musgo comercial canadiense), el cual fue colocado alrededor de la yema envuelto con un material sintético llamado SARAM, cortado en cuadrados de 25 cm de lado; este fue sujeto a la rama utilizando dos bridas (Fotografía 2).

Fotografía 2: Elaboración del acodo aéreo.

1.2.2 Elaboración del Acodo terrestre.

Para este tratamiento se requirieron ramas flexibles que no estén a más 50 cm del suelo, para que al ser arqueadas hacia este, una de sus yemas lo toque sin problemas. A esta yema se le retiró la corteza con un estilete, sin dañar los tejidos internos, lo que permitió la absorción de la hormona, que en ese momento, con un rociador fue inoculada en dosis aproximada de 3 ml por yema.

Haciendo uso de la mano se retiró 30 cm³ de suelo aproximadamente, en donde se introdujo la yema con la ayuda de una varilla de hierro corrugado, doblada en forma de grapa, la que aseguró la rama al suelo, hasta que esta fue monitoreada (Fotografía 3).



Fotografía 3: Elaboración del acodo terrestre.

1.2.3 Elaboración del estaquillado.

Se seleccionaron ramas de 50cm de alto, que se extrajeron del bosque y se trasladaron a un invernadero, ubicado en el Parque Nacional Cajas. Las estaquillas fueron expuestas por 20 minutos a las diferentes hormonas, luego fueron colocadas en fundas con el mismo sustrato utilizado en los acodos que consistía en tierra negra mezclada con Pitmus. Las estaquillas fueron ubicadas en un invernadero situado en la estación Illincocha parque nacional Cajas, estas tuvieron las mismas condiciones que para los demás tratamientos, o sea condiciones naturales.

1.3 Trabajo de Laboratorio

Cada hormona fue diluida en agua destilada caliente utilizando un agitador magnético, comenzando por la concentración mayor, en este caso 1000 ppm; cuando el proceso de homogenización fue completada, se calibró el pH a 6,5 con hidróxido de sodio, para luego diluir esta solución madre a concentraciones menores, 800 ppm, 600 ppm, 400 ppm y 200 ppm. Este procedimiento se repitió para las tres hormonas, con 24 horas de anticipación a cada salida de campo.

1.4 Análisis de Datos

Con los datos obtenidos en el campo se encontró el volumen total del tejido radicular de cada individuo enraizado utilizando la fórmula ($V = \pi * r^2 * h$) donde h es el largo de la raíz; también se calculó un promedio entre el tamaño y el número de raíces de cada individuo enraizado. Además se realizaron pruebas de Z, T, Shapiro y Friedman, para los tres tratamientos.

CAPÍTULO II

RESULTADOS

2.1 Acodo aéreo

En este tratamiento, con la hormona ácido Naftalenacético, a los 90 días de su inoculación la producción de raíces alcanza su máximo en la concentración número tres (600 ppm), y decrece en las demás concentraciones (Figura 5).

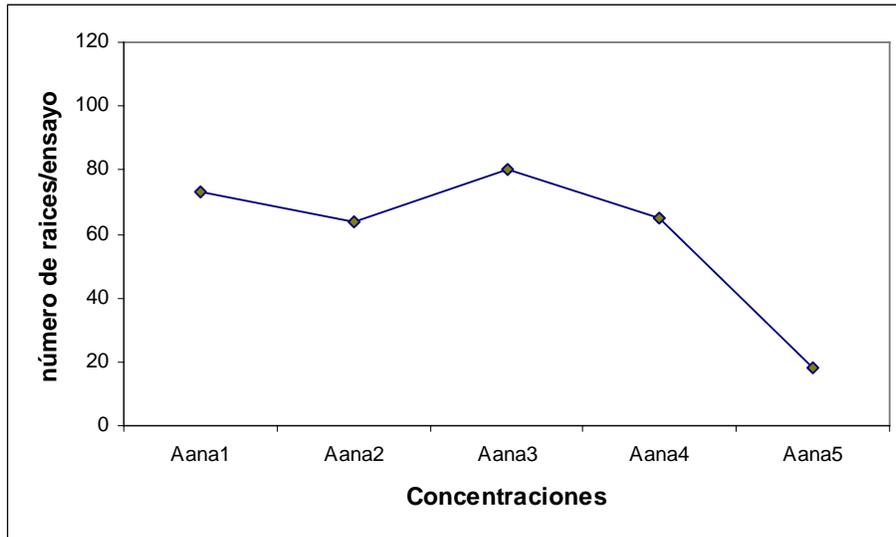


Figura 5. Producción total de raíces por ensayo, en acodo aéreo, con cinco concentraciones, utilizando ácido Naftalenacético.

La hormona ácido Indolbutírico, a los 90 días desde su inoculación, muestra un incremento en la producción de raíces, desde la concentración numero dos (400 ppm), llegando a su valor superior en la concentración cinco (1000 ppm) (Figura 6).

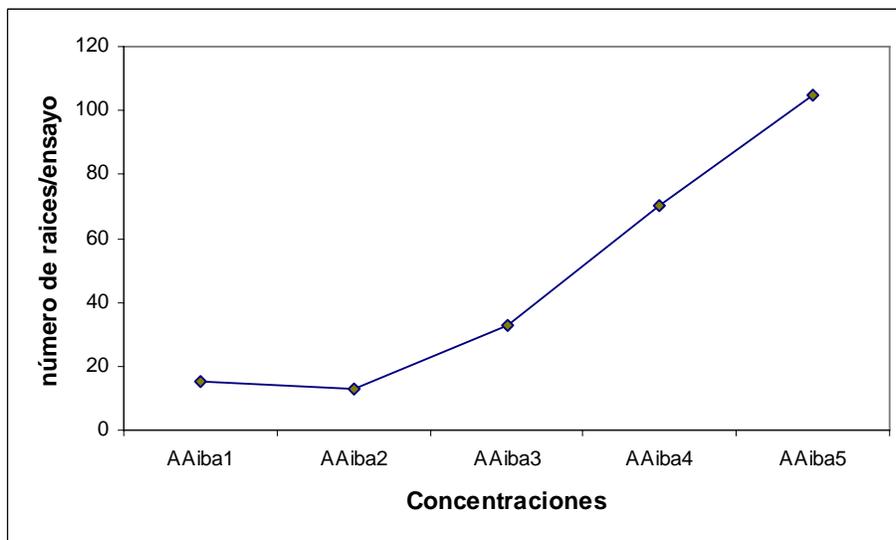


Figura 6. Producción total de raíces por ensayo, en acodo aéreo, con cinco concentraciones, utilizando ácido Indolbutírico.

Después de 90 días de haber sido inoculada la hormona ácido Indolacético, esta presenta una producción de raíces homogénea en las concentraciones medias (400 ppm, 600 ppm y 800 ppm), destacándose la concentración cinco (1000 ppm), con el número mayor de raíces producidas (Figura 7).

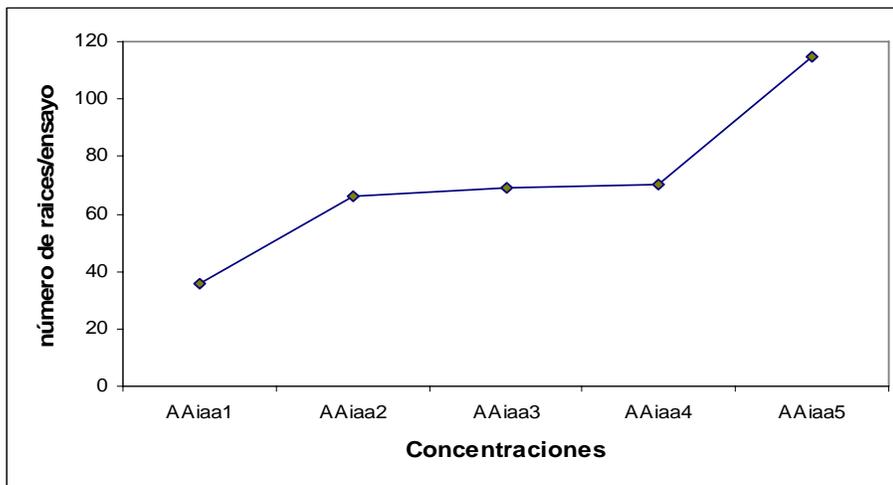


Figura 7. Producción total de raíces por ensayo, en acodo aéreo, con cinco concentraciones, utilizando ácido Indolacético.

Se advirtieron diferencias significativas en el número de individuos enraizados en cada revisión, teniendo un incremento aproximado del 20% entre la primera y tercera revisión (Figura 8).

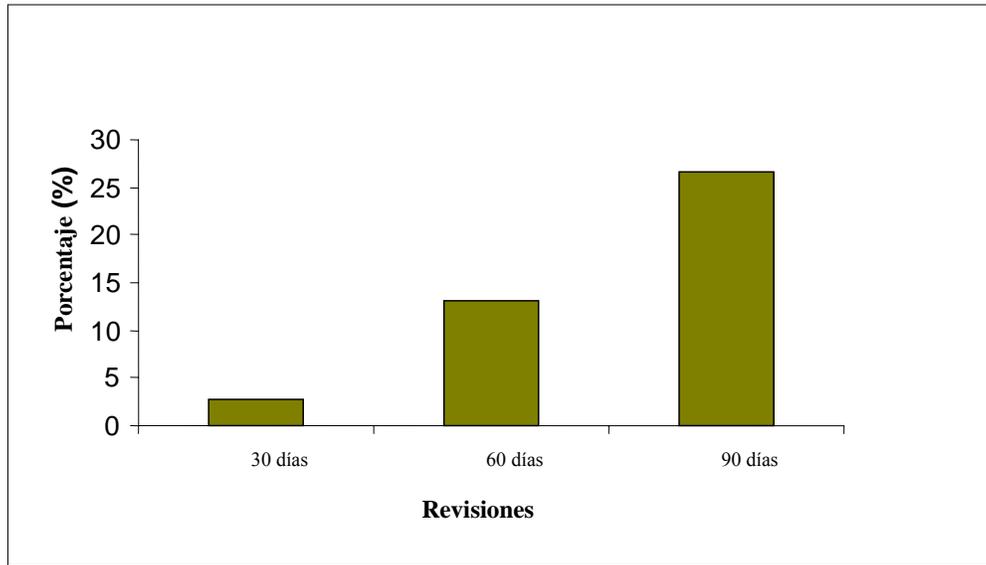


Figura 8. Porcentaje de enraizados de acodo aéreo, en las tres revisiones.

La hormona que obtuvo la mayor producción de raíces en acodo aéreo fue ácido Indolacético, seguida por ácido Indolbutírico, teniendo al ácido Naftalenacético con el menor número de producción de raíces (Figura 9).

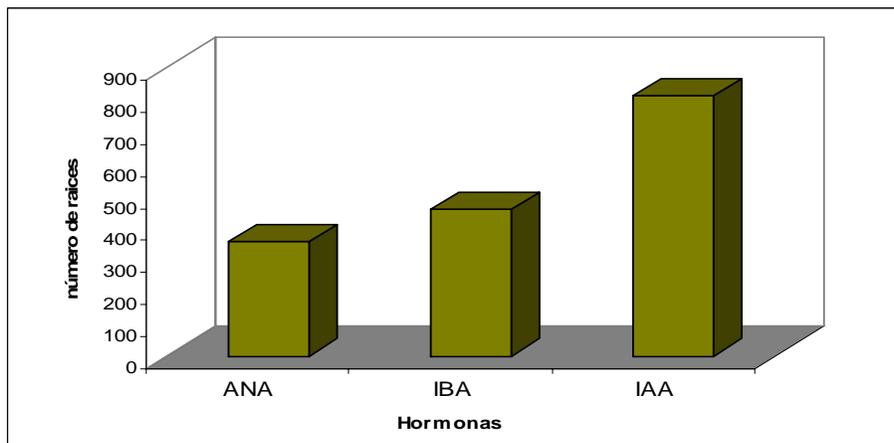


Figura 9. Comparación de la producción radicular entre hormonas, en A. aéreo.

Las hormonas muestran su máxima producción de raíces en acodo aéreo, en la tercera revisión a los 90 días, ácido Indolacético con la mayor elaboración de raíces en su concentración mayor (100 ppm) (Figura 10).

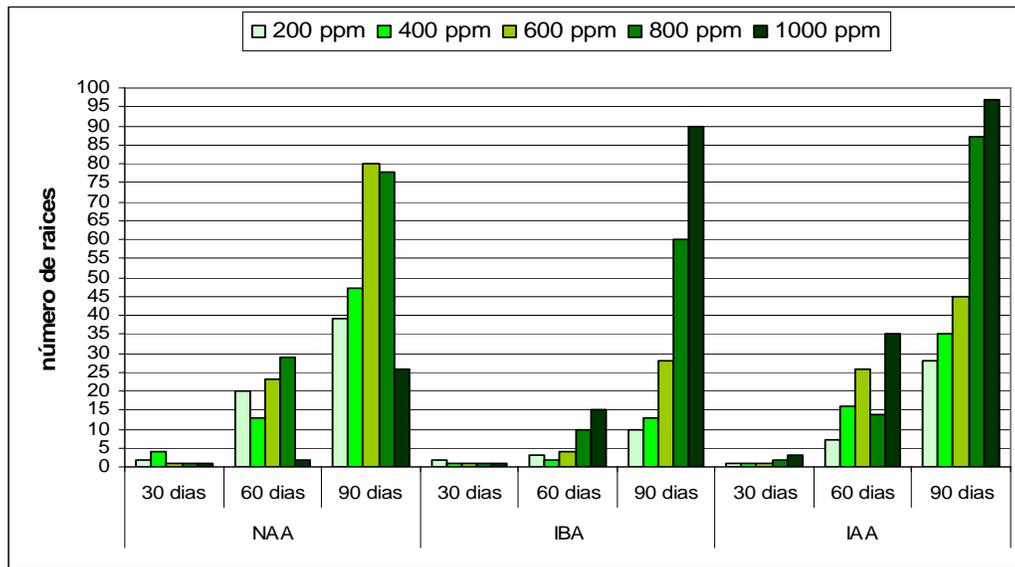


Figura 10. Producción de raíces en las tres revisiones, en acodo aéreo.

2.2 Acodo Terrestre

La hormona ácido Naftalenacético reveló una producción semejante de raíces a los 90 días de su inoculación, en sus cinco concentraciones, destacándose la concentración tres (600 ppm) en la cantidad de raíces obtenidas (Figura 11).

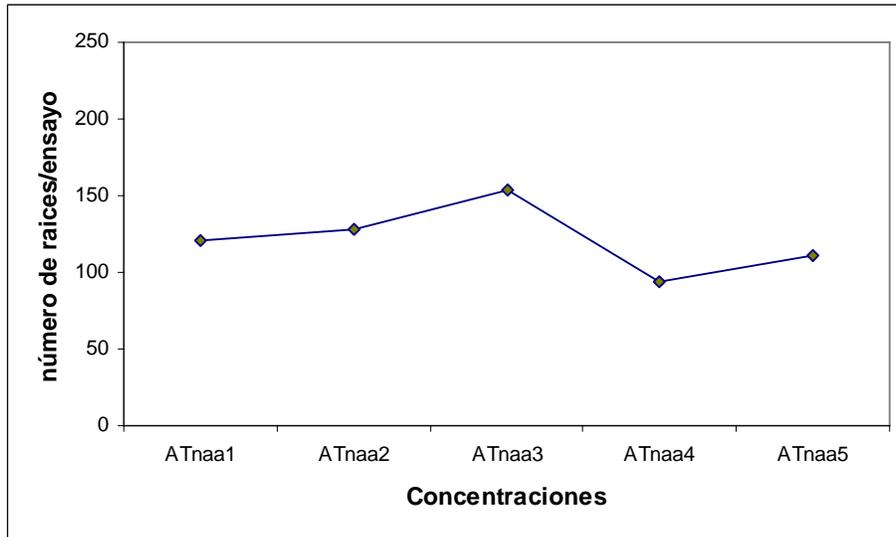


Figura 11. Producción total de raíces por ensayo en acodo terrestre, con cinco concentraciones utilizando ácido Naftalenacético.

Con ácido Indolbutírico se evidenció que la concentración cuatro (800 ppm) obtuvo la más alta producción de raíces a los 90 días de su inoculación, las demás concentraciones consiguieron un resultado similar entre ellas (Figura 12).

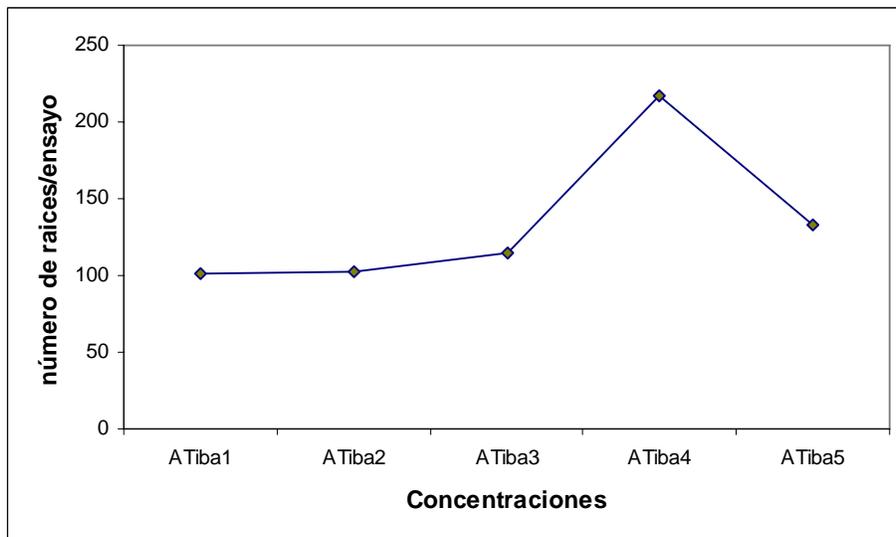


Figura 12. Producción total de raíces por ensayo en acodo terrestre, con cinco concentraciones, utilizando ácido Indolbutírico.

Acido Indolacético, luego de 90 días de su inoculación, demostró que la concentración con menor producción de raíces es la numero dos (400 ppm), y la concentración con la mayor producción fue la cinco (1000 ppm) (Figura 13).

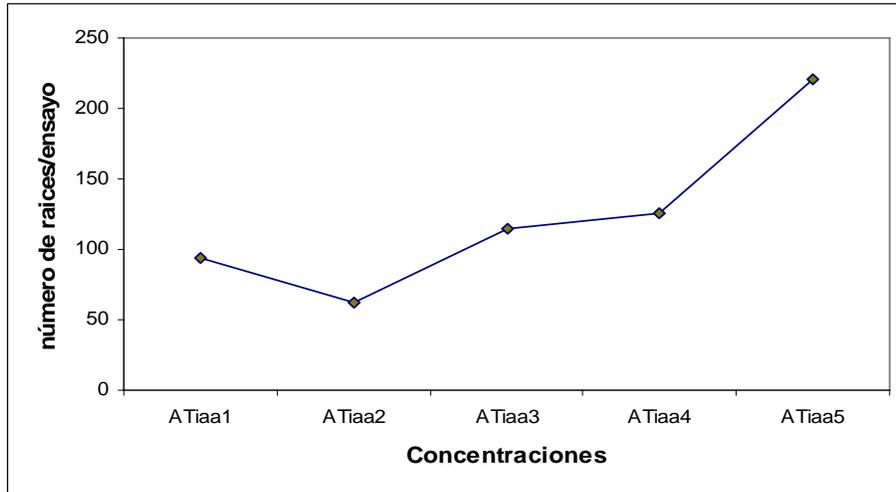


Figura 13. Producción total de raíces por ensayo en acodo terrestre, con cinco concentraciones utilizando ácido Indolacético.

En el acodo terrestre los individuos obtuvieron un incremento del 20% entre la primera y tercera revisión, llegando a un 48% de enraizamiento en la ultima (Figura 14).

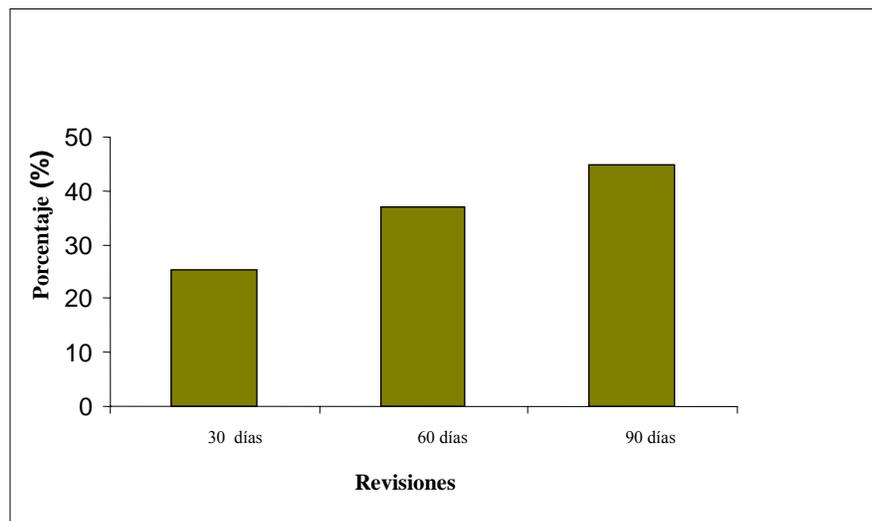


Figura 14. Porcentaje de enraizados de acodo terrestre, en las tres revisiones.

En acodo terrestre la hormona con la producción de raíces mas alto es acido Indolacético, Naftalenacético e Indolbutírico con resultados semejantes (Figura 15)

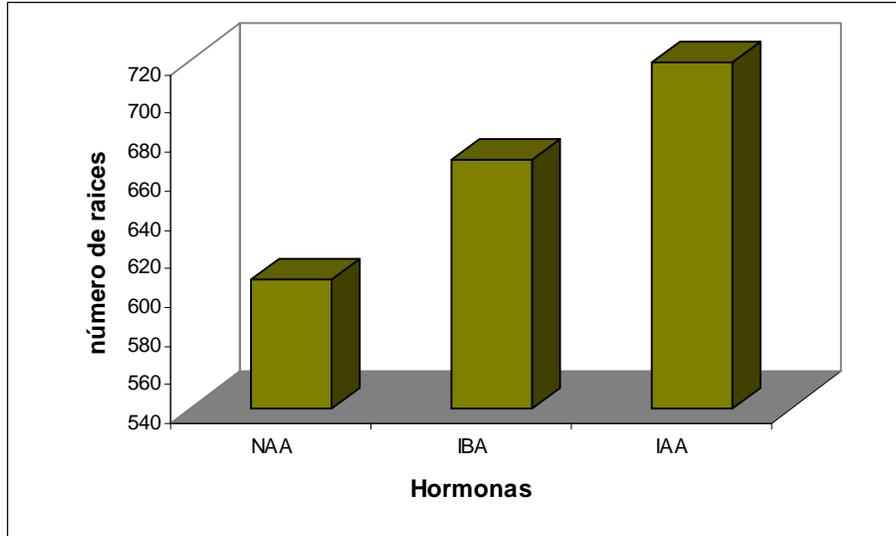


Figura 15. Comparación de la producción radicular entre hormonas, en A. terrestre.

Las hormonas muestran su máxima producción de raíces en acodo terrestre, a los 90 días, acido Indolacético con la mayor elaboración de raíces en 100 ppm (Figura 16).

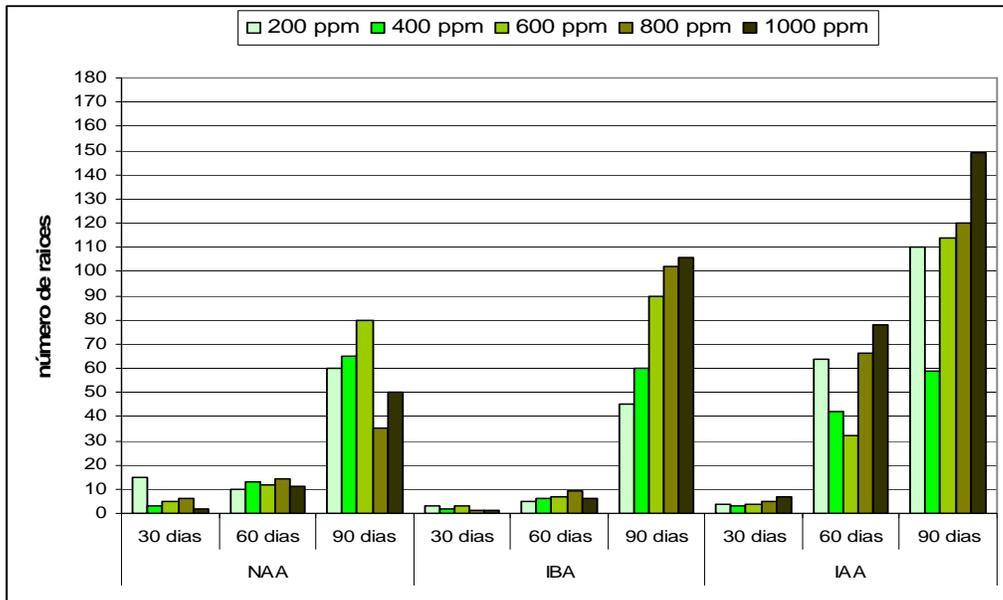


Figura 16. Producción de raíces en las tres revisiones, en acodo terrestre.

En acodo terrestre se obtuvo el mayor porcentaje en la producción de raíces, así mismo la hormona con mayor prendimiento fue ácido Indolacético y la concentración superior fue 1000 ppm (Figura 17).

Hormonas: NAA: ácido Naftalenacético, IBA: ácido Indolbutírico, IAA: ácido Indolacético.

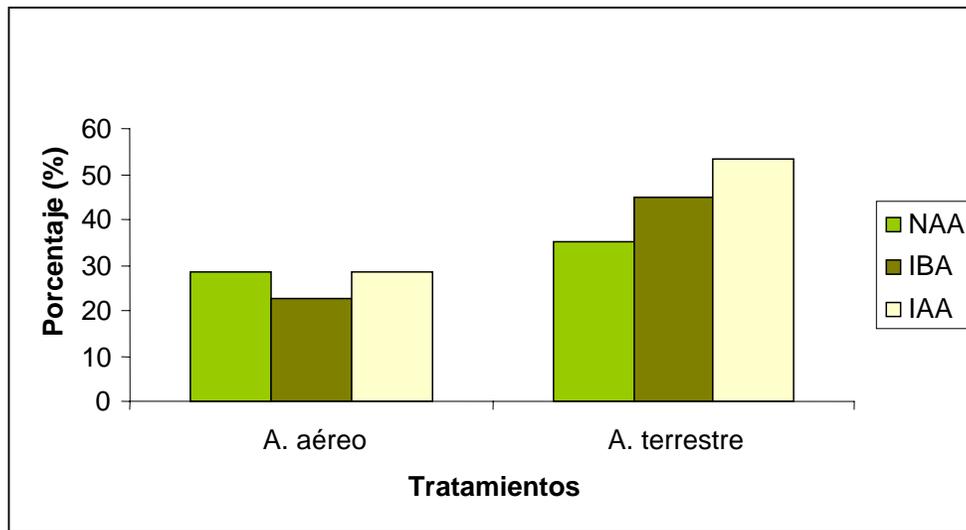


Figura 17. Porcentaje de enraizamiento de los acodos aéreo y terrestre.

2.3 Estaquillado

En lo que se refiere al estaquillado no se obtuvo un resultado estadístico, ya que solo un individuo tratado con ácido Indolacético en 800 ppm, llegó a enraizar.

2.4 Analisis estadístico

Tabla1 Prueba estadística Z, T, Friedman y Shapiro

	Prueba z	Prueba t	Prueba de Friedman	Prueba de Shapiro
Tratamiento	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Acodo aéreo	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,65
Acodo terrestre	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,04

Para los acodos aéreos y terrestres las pruebas z y t afirman que la diferencia entre las medias es significativamente diferente de cero, de la misma forma la prueba Friedman interpreta que las muestras no vienen de la misma población, lo que nos asegura que los resultados están interrelacionados con el tiempo. La prueba de Shapiro nos asegura que las muestras siguen una ley normal.

CAPÍTULO III

DISCUSIÓN

3.1 Técnicas de reproducción.

La técnica de acodaje no es utilizada en especies arbóreas de páramo, en este caso en *P. reticulata* sin embargo la Asociación Ecosistemas Andinos (ECOAN, 2005) en su publicación, afirman que la técnica de acodaje trae resultados positivos, ya que la fisiología del genero *Polylepis* ayuda a desarrollar raíces cuando cualquiera de sus ramas toca el suelo, gracias a esta característica en esta tesis se ha obtenido buenos resultados aplicándola.

Se observo un enraizamiento de hasta el 52% y 62% para acodo terrestre y aéreo respectivamente a los 90 días de su inoculación hormonal. No se ha encontrado trabajos similares publicados en los cuales se utilice estas técnicas de acodaje.

El estaquillado obtuvo un resultado negativo en este trabajo de tesis para la especie *reticula*, sin embargo la Asociación de Ecosistemas Andinos, en otro de sus proyectos afirma que la propagación de *Polylepis* se puede realizar a partir de esquejes (ECOAN, 2005); aunque la especie *incana*, es la idónea para este tratamiento.

3.2 Hormonas Biorreguladoras.

La hormona con mejores resultados en la producción de raíces fue el ácido Indolacético (AIA) en su concentración superior (1000 ppm). Patten y Glick (1996), señalan que fisiológicamente es esta auxina la específica para la reproducción celular y producción de raíces.

Con el ácido Indolbutírico (AIB), la producción de raíces fue aceptable, aunque las yemas de un porcentaje de acodos tratados con concentraciones medias (400 ppm y 600 ppm) no termina su maduración, paralizándose en el estado que le hemos denominado “pupillos”, lo que reafirma, el proyecto de Santelices y Garcia (2003).

La producción de raíces con la hormona ácido Naftalenacético (ANA) fue baja, esto puede deberse a que fisiológicamente esta se especializa en la formación de hojas y en evitar la caída de frutos (Gaash et al, 1993), que en formar raíces.

La concentraciones que mejores resultados para la producción radicular fueron las mas altas (800 ppm y 1000 ppm), en acido Indolbutírico e Indolacético respectivamente, mientras que en naftalenacético la concentración tres (400 ppm) fue la superior. Hartman y Kester (1995), afirman que la concentración de las hormonas depende de la especie vegetal a ser tratada.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

Si bien no se encontraron trabajos publicados que demuestren que las técnicas de acodo terrestre y aéreo son efectivas, en este trabajo de tesis se obtuvieron buenos porcentajes en la producción de raíces con estas dos técnicas, lo que demuestran que estas pueden integrarse en programas de reforestación en los paramos.

Se cree que el acodo aéreo es más eficiente, ya que su elaboración es más cómoda y el individuo es menos manipulado. Con el acodo terrestre se obtuvo muy buenos resultados en el desarrollo radicular, sin embargo el transporte del material para su elaboración lo hace menos eficiente que el aéreo, se recomienda esta técnica, para cuando se requiera el crecimiento radial de un parche.

El estaquillado pese a ser la técnica más utilizada para la reproducción de especies vegetales, entre estas algunas son *Polylepis*, en este estudio no se obtuvo un resultado positivo, se cree que esta respuesta negativa al enraizamiento hormonal se deba a que *reticulata* es muy susceptible a la manipulación. Este resultado no descarta que esta técnica no pueda ser utilizada en programas de reforestación, ya que en este trabajo de tesis se descartó variables necesarias en viveros; como sustrato y humedad, teniendo a todas

El cuidado de las plantas en los viveros, tiene que responder a todas las necesidades que un individuo tiene en su proceso de adaptación ambiental, es decir que el suministro de nutrientes debe estar garantizado en el manejo integral de los viveros con *Polylepis reticulata*.

La hormona con la mayor cantidad de plantas enraizadas es ácido Indolacético, en altas concentraciones, se concluye que 1000 ppm es la concentración óptima, concentraciones inferiores tienen un buen resultado, pero un porcentaje de acodos no completan su desarrollo. Se estima que concentraciones superiores a 1000 ppm, tiende a inhibir el crecimiento radicular.

Una gran cantidad de individuos inoculados con ácido Indolacético que no enraizaron, en este tiempo establecido (2 meses), con el pasar del tiempo si lo hicieron, demostrando que el porcentaje de enraizados aumenta con el tiempo. Se recomienda que el tiempo de acodaje se aumente a cuatro.

Si bien un objetivo de este trabajo de tesis es presentar un protocolo efectivo para la obtención de plantas de *Polylepis reticulata*, luego de esta experiencia no se puede afirmar que existe un protocolo único, sin embargo en esta tesis se presenta un protocolo obtención de plantas aceptado para esta especie, (Anexo 1).

BIBLIOGRAFIA

ASOCAM 2005. **Reforestación de los andes Ecuatorianos con especies nativas.**

Documento electrónico encontrado en Internet (en línea). Consulta: 25 de Enero de 2008, Cuenca-Ecuador.. .

CABIDO M. 1985 **Las comunidades vegetales de la Pampa de Achala, Sierras de Córdoba, Argentina.** Documents Phytosociologiques 9: 431-443 Córdoba-Argentina.

CRUZ A. 1999. **Efecto de sustratos orgánicos en la reproducción vegetativa de la queñua (*P. incana*, H.B.K.)** Rosoideae. Tesis de ingeniería agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 112 p.

DEHN, M. 1995. **An evaluation of soil conservation techniques in the Ecuadorian Andes.** Mountain Research and Development 15(2):175-182.

FERNÁNDEZ de Córdoba X. y E. Santillán 2006 **Evaluación de la importancia de los parches de quinua (*Polylepis sp*) como refugio para especies de micromamíferos no voladores en el Parque Nacional Cajas** Tesis previa a la obtención del título de Biólogo. Cuenca-Ecuador.

FJELDSA J. y Kessler M., 1996. **Conserving the biological diversity of Polylepis woodlands of the highland of Peru and Bolivia.** A Contribution to Sustainable Natural Resource Management in the Andes. La paz-Bolivia.

GAASH, D.; I. David y I. Doron. 1993. **Naphthyl-group auxines can replace phenoxy formulation to reduce preharvest drop of apples.** Acta Hort. 329:243-245.

HARTMANN, H., D. Kester. 1995. **Propagación de plantas, principios y prácticas.** Ed. Continental, México. 760 p.

HOFSTEDE, R.1995. **Effects or burning and grazing on a Colombian paramo ecosystem.** Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, Tesis de PhD. 198pp.

HOFSTEDE, R. 2001. **El Descubrimiento del Ecosistema Escondido.** En P. Mena, G. MEDINA y R. Hofstede, (Eds.). 2001. Los Paramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas. Abya Yala, Proyecto Páramo. Quito-Ecuador .

KESSLER, M. & P. Driesch. 1993. **Causas e historia de la destrucción de bosques altoandinos en Bolivia.** Ecología en Bolivia 21: 1–18.

LEÓN-YÁNEZ, S. 2000. **La Flora de los Paramos Ecuatorianos.** En Mena, P. G. MEDINA y R. Hofstede (Eds.). 2001. Los Paramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas. Abya Yala, Proyecto Páramo. Quito-Ecuador.

LUTEYN, J.L. 1992. **Páramos: why study them? En: Páramo: an andean ecosystem under human influence.** (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.1-14.

MEDINA, G. y P. Mena. **Los Paramos del Ecuador.** En Mena, P, G. Medina y R. Hofstede (Eds.). 2001. Los Paramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas. Abya Yala, Proyecto Páramo. Quito-Ecuador.

PATTEN C. & Glick B. 1996. **Bacterial biosynthesis of Indole-3-acetic acid** (review). Canadian Journal of Microbiology. Toronto-Canadá, pag. 207-220

PRETTELL, J. 1985. **Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana.** Proyecto FAO/Holanda/INFOR, Lima.113 p.

REYNEL, C. y León. J.1990. **Árboles y Arbustos Andinos para Agroforesteria y Conservación de Suelos.** Tomo II. Industrial Papiros S.A. Lima-Perú.

SANTELICES R y Garcia C.2003 **Efecto del ácido indolbutírico y la ubicación de la estaca en el rebrote de tocón sobre la rizogénesis de *Nothofagus alessandrii* ESPINOSA** Documento electrónico encontrado en Internet (en línea). Consulta: 25 de Enero de 2008, Talca-Chile

TARIFA, T y E. Yensen. 2001. **Mamíferos de los bosques de *Polylepis* de Bolivia.** Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, 9:29-44. (in Spanish)

WENT, F. 1939. **The Dual Effect of Auxin on Root Formation** *American Journal of Botany*, Vol. 26, pp. 24-29.

Referencias Electrónicas:

ECOAN. 2005. **Evaluación de la biodiversidad de los bosques de *Polylepis* del corredor de Cochuchos**. <http://www.ecoan.org.np/publications/newsletters> (en línea).
html. Consulta: 25 de Enero de 2008, Cuenca-Ecuador

ROMOLEURUX, K.2002. **Fitogeografía y Estado de Conservación de *Polylepis* en Ecuador**. Documento electrónico encontrado en Internet (en línea)
<http://www.joethejuggler.com/Funbotanica/2nda/Resumenes/Romoleroux.html>
Consulta: 5 de Enero de 2007

ANEXOS

Anexo 1. Protocolo optativo para la obtención de plantas de *Polylepis reticulata*, para fines de reforestación.

1. **Obtención de Hormona.-** La hormona a utilizarse es ácido Indolacético, esta hormona tiene que ser diluida hasta obtener una solución de 1000ppm.
2. **Selección de material vegetal.-** El material vegetal a ser utilizado para el tratamiento, tiene que tener las siguientes características: pertenecer a bosques maduros, de preferencia árboles jóvenes con tejido meristemático idóneo y abundante para la mejor selección de la yema y el tamaño de la planta que se quiera escoger, el árbol escogido debe tener varias ramificaciones y el grosor de la rama debe permitir la fácil manipulación para la correcta realización del tratamiento.
3. **Realización del Acodo.-** Se debe realizar el acodo aéreo a principios de una estación lluviosa. Después de ser escogido el material vegetal, se descubre el tejido meristemático, en donde se inocula la hormona, este es cubierto por una capa abundante de BM2 (musgo seco enriquecido) y asegurado con saran que permite la transpiración de la yema.



4. **Monitoreo de enraizamiento.-** Luego de dos meses de la realización del acodo se tiene que revisar el mismo con sumo cuidado para evitar lastimar el tejido radicular que en este tiempo es muy sensible, después de revisiones quincenales la ramilla estará lista para ser trasladada cuando el tamaño y la cantidad de raíces sean suficientes para alimentar a la futura planta, se puede tener varias raíces de entre 5 y 8cm o pocas de mas de 15cm con raíces secundarias.

5. **Adaptación de las plantas al medio.-** Al final del monitoreo se trasladan la ramilla hacia el invernadero con condiciones de temperatura y humedad similares a las del bosque, el nuevo individuo debe ser transplantado en un sustrato que tiene, tierra enriquecida, un pequeño porcentaje de abono orgánico y el BM2 utilizado en el tratamiento. Esta es la etapa critica, en la que se debe proveer de abundante humedad y evitar la exposición de los individuos a condiciones extremas como por ejemplo heladas y demasiado sol. La permanencia en el invernadero deberá ser de aproximadamente dos meses, pero cada individuo tiene su propio tiempo de adaptación.

Destino final.- Luego del estudio de zonificación estratégica y valoración de las condiciones de las áreas a reforestar (humedad, suelo, etc.), las plantas ya adaptadas serán ubicadas definitivamente, cuidando de alternar su procedencia y guardando armonía con el entorno natural.