

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE FITOHORMONAS, EN ESQUEJES DE K'ISWARA
(*Buddleja coriacea* Remy) EN ÉPOCAS DE RECOLECCIÓN
Provincia Omasuyos, Departamento de La Paz**

JUAN VILLCA ESPINOZA.

La Paz, Bolivia
2006

**Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Agronomía
Carrera de Ingeniería Agronómica**

**EFEECTO DE FITOHORMONAS, EN ESQUEJES DE K'ISWA
(*Buddleja coriacea* Remy) EN EPOCAS DE RECOLECCIÓN
Provincia Omasuyos, Departamento de La Paz**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

JUAN VILLCA ESPINOZA

Tutor (es)

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera

Asesores:

Ing. Agr. Luis Goitia Arze

Comité Revisor:

Ing. M.Sc. Félix Mamani Reynoso

Ing. M.Sc. Ramiro Mendoza Nogales

Ing. Agr. Hugo Bosque Sánchez

APROBADA

Vicedecano:

Ing. M.Sc. Félix Rojas Ponce

Dedicatoria

Con profundo afecto, a mis padres Gervasio y Paula, por su aprecio y apoyo incondicional.

A mis hermanos y hermanas, por su comprensión y paciencia brinda en todo momento.

De la misma manera a la UMSA, en especial a la facultad de Agronomía a la cual debo mi formación.

"Arrancaran nuestros frutos, cortaron nuestras ramas, quemaron nuestros troncos, pero nunca mataran nuestras raíces." Popol Vuh

Agradecimientos

Expreso mis sinceros agradecimientos a las instituciones y personas que hicieron posible la realización del presente trabajo, de Tesis de Grado:

Al Colegio Tec. Hum. Gral. Rene Barrientos Ortuño, por la acogida en sus instalaciones y haber hecho posible la ejecución de la Tesis de Grado.

A la Facultad de Agronomía, de la UMSA por la formación académica brindada.

A los Docentes y Amigos de la facultad de Agronomía por constituirse en parte fundamental de mi formación académica y profesional.

Hacer extensivo mi reconocimiento a mi Tutor: Ing. M.sc. Jorge Pascuali C. A mi asesor: Ing. Luis Goitia A. Y al tribunal revisor: Ing. M.sc. Ramiro Mendoza N. Ing. M.sc. Félix Mamani R. e Ing. Hugo Bosque, por el valioso aporte de las sugerencias y correcciones realizadas en presente trabajo.

Agradecimiento a mis padres: Gervasio Villca y Paula Espinoza por su sacrificio y comprensión brindada durante el proceso de mi formación.

A mis hermanos: Hugo, Mary, Luisa, Edgar, Diego y Pedro Villca, por su constante apoyo y colaboración.

A mi amigo Jhonny Aguilar por su amistad y apoyo incondicional en el enriquecimiento del presente trabajo de Investigación.

INDICE

Páginas

| | | |
|---------|------------------------------------|----|
| I | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 | Justificación..... | 2 |
| 1.2 | Objetivos..... | 4 |
| 1.2.1 | Objetivo General..... | 4 |
| 1.2.2 | Objetivo Específico | 4 |
| 1.3 | Hipótesis | 4 |
| II | REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 5 |
| 2.1 | Género Buddleja | 5 |
| 2.1.1 | Origen y área de distribución..... | 5 |
| 2.1.2 | Variedades | 5 |
| 2.2 | Aspectos botánicos..... | 6 |
| 2.2.1 | Taxonomía..... | 6 |
| 2.2.2 | Morfología de la planta | 7 |
| 2.2.2.1 | Aspecto general | 7 |
| 2.2.2.2 | Ramas | 8 |
| 2.2.2.3 | Hojas..... | 8 |
| 2.2.2.4 | Inflorescencia..... | 8 |
| 2.2.2.5 | Flores | 8 |
| 2.2.2.6 | Frutos..... | 9 |
| 2.2.2.7 | Semilla | 9 |
| 2.3 | Requerimiento ecológico..... | 9 |
| 2.3.1 | Clima..... | 9 |
| 2.3.2 | Suelo y agua..... | 10 |
| 2.4 | Usos y beneficios. | 10 |
| 2.4.1 | Agroforestería..... | 10 |
| 2.4.2 | Medicinal | 11 |
| 2.4.3 | Otros usos | 11 |
| 2.5 | Propagación | 12 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.5.1 | Propagación sexual..... | 13 |
| 2.5.2 | Propagación asexual..... | 14 |
| 2.5.3 | Importancia de la propagación asexual | 14 |
| 2.5.4 | Formas de propagación asexual..... | 15 |
| 2.5.4.1 | Acodo. | 16 |
| 2.5.4.2 | Injerto. | 16 |
| 2.5.4.3 | Micropropagación. | 17 |
| 2.5.4.4 | Estaca (esqueje). | 17 |
| 2.5.4.5 | Brotos y rebrotes. | 18 |
| 2.6. | Razones para la propagación por esquejes | 18 |
| 2.7. | Condiciones para la propagación por esquejes..... | 19 |
| 2.7.1 | Edad y estado del esqueje | 19 |
| 2.7.2 | Longitud | 20 |
| 2.7.3 | Diámetro..... | 20 |
| 2.7.4 | Época de recolección | 20 |
| 2.8. | Factores de la rizogénesis | 21 |
| 2.8.1 | Características de las plantas | 22 |
| 2.8.2 | Fases de la rizogénesis..... | 23 |
| 2.9 | Origen de las raíces adventicias..... | 23 |
| 2.10 | Formación del callo | 24 |
| 2.11 | Condiciones Ambientales que intervienen en el enrasamiento | 25 |
| 2.11.1 | Cobertor | 25 |
| 2.11.2 | Sustrato | 25 |
| 2.11.3 | Humedad..... | 26 |
| 2.11.4 | Aireación | 26 |
| 2.11.5 | Temperatura..... | 27 |
| 2.11.6 | Luz..... | 27 |
| 2.11.7 | pH..... | 28 |
| 2.12 | Reguladores de crecimiento | 28 |
| 2.12.1 | Tipos de reguladores de crecimiento | 29 |
| 2.12.1.1 | Etileno..... | 29 |

| | | |
|------------|---|----|
| 2.12.1.2 | Inhibidores de crecimiento | 30 |
| 2.12.1.3 | Citocininas | 30 |
| 2.12.1.4 | Giberelinas..... | 30 |
| 2.12.1.5 | Auxinas..... | 31 |
| 2.12.1.5.1 | Síntesis | 31 |
| 2.12.1.5.2 | Distribución | 31 |
| 2.12.1.5.3 | Transporte..... | 32 |
| 2.12.1.5.4 | Mecanismo de acción | 33 |
| 2.13 | Efecto de las auxinas en el enraizamiento de los esquejes..... | 34 |
| 2.14 | Utilización de reguladores de crecimiento para el enraizamiento | 34 |
| 2.15 | Métodos de aplicación de los reguladores de crecimiento..... | 35 |
| 2.15.1 | Método de espolvoreado | 35 |
| 2.15.2 | Método de remojo en solución diluida | 35 |
| 2.15.3 | Método de inmersión en soluciones concentradas..... | 35 |
| III | MATERIALES Y METODOS | 36 |
| 3.1 | Localización..... | 36 |
| 3.1.1 | Ubicación geográfica..... | 36 |
| 3.1.2 | Ubicación política | 36 |
| 3.1.3 | Datos generales | 36 |
| 3.1.3.1 | Clima e hidrografía | 36 |
| 3.1.3.2 | Geología y relieve de los suelos | 37 |
| 3.1.3.3 | Vegetación (nativa y exótica)..... | 37 |
| 3.2 | Materiales | 38 |
| 3.2.1 | Material biológico | 38 |
| 3.2.2 | Equipo y material de laboratorio..... | 39 |
| 3.2.3 | Material y herramientas de campo | 39 |
| 3.2.4 | Material y equipo de gabinete | 39 |
| 3.2.5 | Otros Materiales | 39 |
| 3.2.5.1 | Sustrato | 39 |
| 3.2.5.2 | Fitohormonas | 40 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 3.3 | Método..... | 40 |
| 3.3.1 | Procedimiento experimental..... | 40 |
| 3.3.1.1 | Platabandas con cobertor..... | 40 |
| 3.3.1.2 | Preparación e incorporación del sustrato..... | 41 |
| 3.3.1.3 | Desinfección del sustrato..... | 42 |
| 3.3.1.4 | Selección de clones (arbustos madres)..... | 42 |
| 3.3.1.5 | Recolección del clon (esquejes)..... | 42 |
| 3.3.1.6 | Plantación del clon (esquejes)..... | 44 |
| 3.3.1.7 | Labores culturales..... | 45 |
| 3.3.1.7.1 | Riego..... | 45 |
| 3.3.1.7.2 | Manejo del cobertor..... | 45 |
| 3.3.1.7.3 | Control de malezas..... | 46 |
| 3.3.1.7.4 | Poda de raíz..... | 46 |
| 3.3.2 | Diseño experimental..... | 47 |
| 3.3.2.1 | Factores..... | 47 |
| 3.3.2.2 | Combinación factorial..... | 47 |
| 3.3.2.3 | Modelo estadístico..... | 47 |
| 3.4 | Variables de respuesta..... | 48 |
| 3.4.1 | Porcentaje de prendimiento..... | 48 |
| 3.4.2 | Altura de esqueje..... | 48 |
| 3.4.3 | Número de hojas..... | 48 |
| 3.4.4 | Número de brotes..... | 49 |
| 3.4.5 | Longitud de raíz..... | 49 |
| 3.4.6 | Diámetro del esqueje..... | 49 |
| 3.4.7 | Área foliar..... | 49 |
| IV | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 50 |
| 4.1 | Registros climáticas..... | 50 |
| 4.2 | Porcentaje de prendimiento..... | 52 |
| 4.2.1 | Relación porcentaje de prendimiento vs altura de esqueje.. | 57 |
| 4.2.2 | Relación porcentaje de prendimiento vs longitud de raíz..... | 58 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.2.3 | Relación porcentaje de prendimiento vs área foliar..... | 59 |
| 4.3 | Altura de esqueje | 61 |
| 4.3.1 | Variación de altura en esquejes durante los 120 días..... | 64 |
| 4.3.2 | Relación altura de esqueje vs número de hojas..... | 65 |
| 4.3.3 | Relación altura de esqueje vs número de brotes | 66 |
| 4.4 | Número de hojas..... | 67 |
| 4.5 | Número de brotes | 70 |
| 4.6 | Longitud de raíz | 73 |
| 4.7 | Diámetro de esqueje | 76 |
| 4.8 | Área foliar..... | 77 |
| V | CONCLUSIONES | 81 |
| VI | RECOMENDACIONES. | 83 |
| VII | BIBLIOGRAFÍA..... | 85 |
| | ANEXOS..... | 89 |

INDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|---|-------------|
| CUADRO 1 Vegetación (nativa y exótica)..... | 38 |
| CUADRO 2 Composición específica de las fitohormonas..... | 40 |
| CUADRO 3 Dimensiones del área experimental..... | 41 |
| CUADRO 4 Combinación factorial | 47 |
| CUADRO 5 Promedios de datos meteorológicos registrados durante los últimos 30 años (1974-2004) | 50 |
| CUADRO 6 ANVA para el porcentaje de prendimiento a los 120 días | 52 |
| CUADRO 7 Comparación de medias para el porcentaje de prendimiento..... | 53 |
| CUADRO 8 ANVA de efectos simples para el porcentaje de prendimiento | 55 |
| CUADRO 9 Análisis de regresión y correlación entre el porcentaje de Prendimiento vs altura de esqueje | 57 |
| CUADRO 10 Análisis de regresión y correlación entre el porcentaje de Prendimiento vs longitud de raíz | 58 |
| CUADRO 11 Análisis de regresión y correlación entre el porcentaje de Prendimiento vs área foliar..... | 60 |
| CUADRO 12 ANVA para altura de esqueje a los 120 días | 61 |
| CUADRO 13 Comparación de medias para altura de esqueje | 62 |
| CUADRO 14 Análisis de regresión y correlación entre altura de Esquejes vs número de hojas | 65 |
| CUADRO 15 Análisis de regresión y correlación entre altura de Esqueje vs número de brotes..... | 66 |
| CUADRO 16 ANVA para el número de hojas a los 120 días | 67 |
| CUADRO 17 Comparación de medias para el número de hojas | 68 |
| CUADRO 18 ANVA para el número de brotes a los 120 días..... | 70 |
| CUADRO 19 Comparación de medias para el número de brotes | 71 |
| CUADRO 20 ANVA para longitud de raíz a los 120 días | 73 |
| CUADRO 21 Comparación de medias para la longitud de raíz..... | 74 |
| CUADRO 22 ANVA para el diámetro de esqueje a los 120 días | 77 |
| CUADRO 23 ANVA para el área foliar a los 120 días..... | 78 |
| CUADRO 24 Comparación de medias para el área foliar | 78 |

INDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| FIGURA 1 Morfología de la K'iswara | 7 |
| FIGURA 2 Fitoldo tipo túnel con estera de paja | 41 |
| FIGURA 3 Componentes de la platabanda | 42 |
| FIGURA 4 Técnicas de recolección de esquejes | 43 |
| FIGURA 5 Técnica de transplante para esquejes de K'iswara | 44 |
| FIGURA 6 Distancia entre plantas y surcos, platabandas | 45 |
| FIGURA 7 Poda de raíz con pala | 46 |
| FIGURA 8 Registro de temperaturas, periodo 2003-2004 | 51 |
| FIGURA 9 Promedio de los 6 tratamientos para el porcentaje de prendimiento ... | 56 |
| FIGURA 10 Relación porcentaje de prendimiento vs altura de esqueje | 58 |
| FIGURA 11 Relación porcentaje de prendimiento vs longitud de raíz | 59 |
| FIGURA 12 Relación porcentaje de prendimiento vs área foliar | 60 |
| FIGURA 13 Promedio de los 6 tratamientos para altura de esqueje | 63 |
| FIGURA 14 Curva de crecimiento de los seis tratamientos | 64 |
| FIGURA 15 Relación de altura de esquejes vs número de hojas | 66 |
| FIGURA 16 Relación de altura de esquejes vs número de brotes | 67 |
| FIGURA 17 Promedios de los 6 tratamientos para número de hojas | 69 |
| FIGURA 18 Promedios de los 6 tratamientos para número de brotes | 72 |
| FIGURA 19 Promedios de los 6 tratamientos para longitud de raíz | 76 |
| FIGURA 20 Promedio de los 6 tratamientos para el área foliar | 79 |

INDICE DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| ANEXO 1 Ubicación geográfica de la investigación..... | 89 |
| ANEXO 2 Datos climáticos, periodo de Nov. 2003 a Octubre 2004..... | 90 |
| ANEXO 3 Croquis de campo..... | 90 |
| ANEXO 4 Vista del área de trabajo (foto) | 91 |
| ANEXO 5 Excavación de las platabandas | 91 |
| ANEXO 6 Instalación del cobertor de plástico, tipo túnel | 92 |
| ANEXO 7 Recolección de los esquejes | 92 |
| ANEXO 8 Prendimiento de los esquejes de K'iswara | 93 |
| ANEXO 9 Desarrollo de los esquejes | 93 |
| ANEXO 10 Formación de la raíz | 94 |
| ANEXO 11 Plantines de K'iswara con raíces desarrolladas | 94 |

Resumen

El tema de la forestación y reforestación, en el Altiplano del Departamento de La Paz, es una realidad muy poco estudiada. Más a un existe una paulatina desaparición de árboles y arbustos nativos como es el caso de la queñua y la k'iswara. Trayendo como consecuencia la alteración del ecosistema y del suelo, a través de erosión eólica e hídrica que se presenta. Hoy en día escasamente se las encuentra en algunas viviendas y unidades educativas de la región.

De ahí que uno de los objetivos de la investigación es aportar con conocimientos sobre la propagación vegetativa, aplicando fitohormonas comerciales que existen en el mercado.

El presente trabajo de investigación, consiste en evaluar el efecto de las fitohormonas en esquejes de k'iswara (*Buddleja coriacea* Remy) en épocas de recolección. Provincia Omasuyos Departamento de La Paz, para una multiplicación masiva dentro los viveros.

El estudio se realizo en dos épocas: la primera en verano (diciembre de 2003 hasta abril 2004) y la segunda en otoño (de mayo hasta septiembre de 2004) comprendiendo 120 días. Evaluando: el porcentaje de prendimiento, altura del esqueje, numero de hojas, numero de brotes, longitud de raíz y área foliar.

Para la recolección de los esquejes se tomaron las siguientes condiciones: Una longitud de 14 a 18 cm., con 8 a 10 pares de hojas y un diámetro de 0.3 a 0.4 cm.

Los mismos que fueron sometidos a la aplicación de las fitohormonas: rapid root, rootone y fertifox, por simple contacto se adhieren en la base del esqueje. Haciendo un total de 6 tratamientos, inmediatamente se procedió al repicado en las platabandas, distribuidas mediante un arreglo factorial de 3x2 distribuidas en un diseño de bloque al azar, en tres platabandas.

Una vez concluida con el trabajo de campo y gabinete se obtiene los siguientes resultados:

De acuerdo a los resultados del porcentaje de prendimiento se obtuvo un promedio de 88,17%, siendo los mejores tratamiento a2 b1 (otoño-rapid root) con 98,67% y a1 b1 (verano-rapid root) con 96,67%.

El promedio general sobre el crecimiento de los esquejes fue de 25,36 cm. Obteniendo los mayores desarrollos con los tratamientos a2 b3 (otoño-fertifox) con 28,77 cm. y 27,63 cm. con a2 b2 (otoño-rootone).

Para el número de hojas por esqueje, se tiene un promedio general de 19,2. Siendo los tratamientos con mayor numero de hojas a2 b3 (otoño-fertifox) y a2 b2 (otoño-rootone) con 22,33 y 22 respectivamente.

La presencia de los brotes fue de 4,78 como promedio general, de los cuales a2 b3 (otoño-fertifox) tiene 7 brotes por esqueje y a2 b1(otoño-rapid root) con 6,33 brotes por esqueje.

El desarrollo de la raíz, en los esquejes prendidos se logra un promedio general de 10,9 cm. de longitud, sobresaliendo los tratamientos a2 b1 (otoño-rapid root) y a2 b3 (otoño-fertifox) con 12,5 y 12,42 cm. respectivamente.

En cambio se llega a tener un área foliar de 4,17 cm² como promedio general, teniendo una mejor respuesta la combinación a2 b1 (otoño-rapid root) con 4,9 cm².

Sobre la base de los resultados obtenidos se debe realizar una planificación, para la época de recolección de los esquejes y la elección de una adecuada fitohormona comercial que contenga al ácido indolbutírico IBA, como ingrediente activo. Para lograr un mayor porcentaje de prendimiento y disminuir la perdida de plantines dentro el vivero, hasta llegar a una multiplicación masiva de la k'iswara en el altiplano del Departamento de la Paz.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

La problemática de la forestación y reforestación, en el país ha estado concentrada siempre en las zonas subtropicales y tropicales, particularmente en aquellas consideradas como bosques lluviosos. Sin embargo una revisión de los ecosistemas del altiplano, pone en evidencia que el tema de la forestación y reforestación es un problema central e importante.

Por otro parte, las condiciones ambientales del altiplano y las actividades agrícolas-ganaderas, que tradicionalmente se vienen desarrollando, ha hecho que se deje a un lado la forestación e implementación de áreas verdes, sufriendo las consecuencias de la erosión eólica e hídrica.

Ante la ausencia de políticas de desarrollo forestal, tanto del gobierno central como del municipio, es una alternativa la implementación de viveros forestales en las unidades escolares, con el fin de responder a la preocupación de la población, como es el caso de la desaparición paulatina de algunas especies nativas.

En este contexto la K'iswara (*Buddleja coriacea* Remy), es una de las especies nativas más representativas, para la forestación y reforestación del altiplano, por no crear efectos colaterales como las especies exóticas (introducidas), tanto en el suelo como en los cultivos, más a lo contrario nos ayuda a la recuperación y al mejoramiento de las condiciones medio ambientales.

En la actualidad se pone en evidencia la escasa presencia de la K'iswara tanto arbóreas como arbustivas en las diferentes zonas del altiplano boliviano, más aún al pie de la cordillera del Illampu, que solo es posible encontrarlos en algunos centros educativos y viviendas de la población.

Para una multiplicación masiva de la K'iswara existe diferentes técnicas y prácticas desarrolladas bajo ciertos marcos precisos, muchas de estas técnicas en la actualidad aún no fueron aplicadas, fundamentalmente por la falta de viveros forestales.

Una de estas técnicas es la propagación vegetativa, con la aplicación de hormonas vegetales o fitohormonas, que es importante para el crecimiento y desarrollo de las raíces donde están rigurosamente controladas por las auxinas a partir de órgano, tejido y célula; técnicas utilizadas en la fruticultura, floricultura, etc. Actualmente se conoce que la actividad fisiológica de las plantas está controlada por las fitohormonas, cuya disponibilidad depende de la época o estado fenológico de la planta.

1.1. JUSTIFICACIÓN

La propagación de las plantas ha sido y es la ocupación fundamental de la humanidad, desde los inicios de la civilización. Con este propósito se han utilizado diferentes técnica y estrategias ya sea por la vía sexual (semilla) o asexuales (vegetativa). En tal sentido para emprender trabajos de propagación se requiere saber como mínimo:

- Las diferentes plantas y sus formas de propagación tanto sexual y asexual, de forma natural o inducida.
- A la vez se deben estudiar atentamente sus estructuras, en las diferentes etapas de crecimiento de cada planta.
- Esto implica tener conocimiento de técnicas y prácticas en la manipulación de las partes vegetativas, como ser: estacas, esquejes, brotes, rebrotes, etc.

Sin embargo, las plantaciones de K'iswara fueron taladas en la época de la colonia, con el fin de producir carbón para los hornos de fundición de la plata, extraídas de las minas. Esta deforestación fue realizada sin ninguna consideración ni visión, de la repoblación vegetal, hoy en día se las encuentra en sitios lejanos y aislados, con el riesgo de desaparecer a corto o mediano plazo.

Los pobladores del altiplano, utilizan diferentes estrategias para la propagación de la K'iswara. Así por ejemplo a través de la siembra de semillas, donde se encontraron con las siguientes dificultades:

- Su reducido tamaño, hace difícil la separación de las semillas e impurezas.
- Las semillas presentan una baja viabilidad, con un poder germinativo del 32%.
- La débil naturaleza de la semilla, hace que exista una elevada pérdida de plantines dentro del vivero.
- Un descuido en el riego o de la semi sombra ocasiona una violenta deshidratación y posterior muerte de los plantines.
- Su crecimiento es tan lento que tarda aproximadamente entre 16 a 18 meses, en alcanzar una altura de 30 – 40 cm. Esto implica un mayor gasto e inversión hasta su trasplante definitivo.

Este bajo porcentaje de germinación es debido fundamentalmente a la presencia de semillas estériles, por la existencia de plantas (arbustos) dioicas, es decir que producen flores masculinas en un arbusto y flores femeninas en otro arbusto de K'iswara, distribuidas en diferentes lugares.

Además en algunos sectores, los campesinos, lograron propagar la K'iswara, a través de acodamientos por montículo, pero muy limitado puesto que se requiere de una producción intensiva que permita asegurar un óptimo desarrollo de los plantines.

Investigaciones, realizadas como las de Ledesma (1998), señala que la propagación vegetativa a partir de esqueje de K'iswara con la aplicación de reguladores de crecimiento a base del ácido indolbutírico IBA se obtiene un mayor porcentaje de prendimiento (74.44%), con respecto al testigo (40%). Realizada en Vinto.

Por ésta circunstancia el perfeccionamiento de las técnicas de propagación asexual de la K'iswara adquiere importancia especialmente en lo que respecta a la época de recolección y la aplicación de fitohormonas comerciales.

Por los argumentos mencionados anteriormente. El presente trabajo de investigación pretende utilizar una de las técnicas y prácticas, en la propagación vegetativa de la k'iswara, con aplicación de fitohormonas comerciales bajo dos épocas de recolección de esquejes. De esta manera se podrá obtener un mayor número de plantines en menos tiempo, y a la vez contar con una información técnica, necesaria para esta especie.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de las fitohormonas, para el prendimiento y enraizamiento de los esquejes de k'iswara, tomando en cuenta dos épocas de recolección, para una multiplicación masiva dentro los viveros.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Comparar cual de las Fitohormonas: Rapid root (IBA), Fertifox (NAA) o Rootone (NAA-IBA), son las más adecuadas para el enraizamiento y desarrollo de los esquejes de k'iswara.
- Identificar la época apropiada (verano - otoño), para la recolección de esquejes de k'iswara.

1.3. Hipótesis

Al inicio de la investigación se plantearon las siguientes hipótesis:

- H⁰.- No existen diferencias en el enraizamiento y desarrollo de los esquejes de k'iswara (*Buddleja coriacea* Remy), a la aplicación de las distintas fitohormonas: Rapid root (IBA), Fertifox (NAA) y Rootone (NAA-IBA).
- H⁰.- La época de recolección no influye en el enraizamiento y desarrollo de los esquejes de k'iswara.

CAPITULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Género Buddleja

2.1.1. Origen y área de distribución

Rodríguez (2000), señala que la k'iswara es un arbusto que se encuentra en el altiplano norte, presentando desarrollo considerable en la cuenca del Lago Titicaca, pero también desarrolla con facilidad en el altiplano central y sur, resiste temperaturas bajas hasta 16° centígrados bajo cero.

En cambio Huanca (1993), afirma que, se halla distribuido en diferentes zonas del altiplano hasta los 4.025 m.s.n.m., generalmente se encuentra en la eco región de puna semi húmeda y en menor proporción en puna semiárida con un buen desarrollo, pero suele adaptarse en altitudes extremas, en lugares protegidos del viento frío y seco ya sea en quebradas o planicies.

La K'iswara se las encuentra en forma arbórea o arbustiva, son especies Alto Andina y de Valles que se adapta con facilidad a las diferentes condiciones ecológicas y edáficas de la zona. Al respecto Gualberto (1994), indica que este género está distribuido en los andes de Ecuador, Perú y Bolivia. En el país, es posible encontrar más de 20 especies, tanto arbóreas como arbustivas. Se distribuye aproximadamente entre los 3.300 a 4.200 m.s.n.m.

2.1.2. Variedades y especies afines

Pretell y Ocaña (1985), manifiestan que el género de la Buddleja está conformado por especies arbóreas de copa amplia y globosa con muchas ramificaciones, posee un fuste tortuoso y alcanza una altura de 4 a 12 m. con un diámetro altura pecho (DAP) máximo de 40 cm. Las especies arbustivas alcanzan una altura de 2 a 8 m., con follaje denso y ramificación desde la base.

Los pobladores del altiplano peruano y boliviano reconocen variedades de k'iswaras por sus características morfológicas y fenotípicas, como ser: color, forma, benéficos, etc. (Reynel 1988)

Killeen et al. (1993), señalan las siguientes especies:

| | | |
|--|--|-------------------------------------|
| <i>B. urbaniana</i> Kränzlin, | <i>B. davidii</i> Franch, | <i>B. soratae</i> Kränzlin, |
| <i>B. anchoensis</i> Kuntze, | <i>B. diffusa</i> Ruíz y Pavón, | <i>B. stachyoides</i> cham., |
| <i>B. inconspicua</i> Kränzlin, | <i>B. hieronymi</i> R.E. Fries, | <i>B. bangii</i> Kränzlin, |
| <i>B. tiraquiensis</i> Kuntze, | <i>B. ignea</i> Kränzlin, | <i>B. brasilensis</i> J.S., |
| <i>B. tucumanensis</i> Griseb, | <i>B. incana</i> Ruíz y Pavón, | <i>B. americana</i> L., |
| <i>B. monocephala</i> Kränzlin, | <i>B. aromática</i> Remy, | <i>B. usuch</i> Kränzlin, |
| <i>B. cochabambensis</i> Rusby, | <i>B. iresinoides</i> Hosseus, | <i>B. sp.</i> Indet. |
| <i>B. rhododendroides</i> Kränzlin, | <i>B. canescens</i> Rusby, | <i>B. coriacea</i> Remy |
| <i>B. coroicensis</i> Rusby | <i>B. montana</i> Britton, | |

2.2. Aspectos Botánicos.

2.2.1. Taxonomía

Killeen et al. (1993), realizan la siguiente clasificación sistemática, de la k'iswara (***Buddleja coriacea*** Remy):

Reino : Plantae

Tronco : Telomophytae

División : Traqueophyta

Clase : Dicotiledones

Familia : Buddlejaceae

Genero : ***Buddleja***

Especie : ***coriacea*** Remy

Nombres comunes : k'iswara, kishuara, Q'ulli, Colli, Ppañim kolli, Kolle,

Tanascullo, Ahara colle, Quishuara, Colle olivo.

2.2.2. Morfología de la planta

2.2.2.1. Aspecto general

Reynel y León (1990), indican que son arbusto o árboles de 2 a 8 metros de altura con buen diámetro, reconocible por su copa globosa y plena de follaje color verde oscuro. Las hojas tienen en el envés pubescente y blanquecino el haz de color verde. Las flores son pequeñas pero abundante y de vivo color anaranjado o amarillento. Los frutos pequeños y de color pardo. (Figura 1)

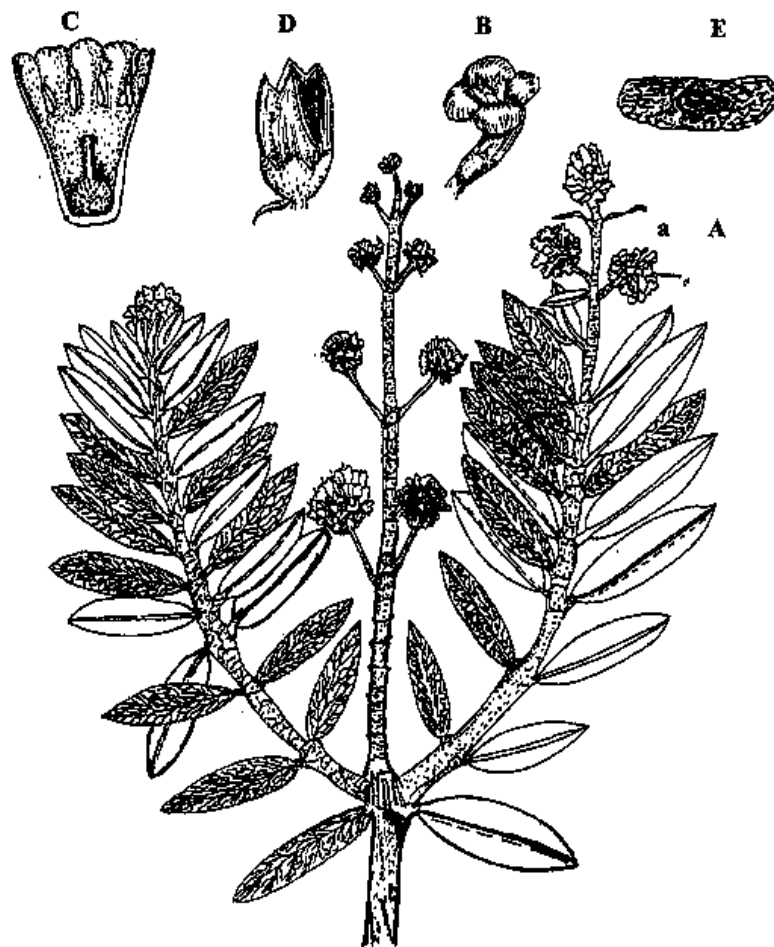


Figura 1 Morfología de la K'iswara

- A. Rama florida, en la que se aprecia la inflorescencia (a)
- B. Flor en la que se aprecia la morfología externa (b)
- C. Flor en la que se aprecia la morfología interna
- D. Morfología del fruto
- E. Semilla

Fuente: Reynel y León (1990)

2.2.2.2. Ramas

La K'iswara presenta ramas terminales con sección circular a elíptica, levemente cuadrangulares en las zonas distales, de aproximadamente 6-10 mm., pulverulento, farinosas, dicotómicas de color blanquecino a crema claro como lo describe Reynel y León (1990). Los mismos autores afirman que las ramas maduras son de color cenizo y regularmente agrietadas y nudosas.

2.2.2.3. Hojas

Según Reynel y León (1990), sus hojas son simples, opuestas decusadas, elípticas a oblongas de 3-5 cm., de longitud y 1-1.8 cm., de ancho, el ápice y la base obtuso o redondo, a veces agudo con borde entero. La nervación pinnada, con 4-8 pares de nervios secundarios impresos en el haz y en relieve prominente en el envés. Haz de color verde oscuro brillante, el envés tomentoso con presencia de pulverulencia farinosa de color blanco amarillento. La consistencia de la hoja es coriácea. Pecíolo acanalado, robusto y corto, de 4 - 5 mm. de longitud y de 1 - 4 mm. de ancho.

2.2.2.4. Inflorescencias

Se confirma lo señalado por Torres y Bustamante (1992), que la inflorescencia de la K'iswara está compuesta por cimas terminales de 8 - 12 cm. de longitud sus pedúnculos son farinosas, angulosas. Las brácteas son lineares de 0.5 a 1.2 cm. de longitud con pedicelos cortos.

2.2.2.5. Flores

Pretell y Ocaña (1985); Reynel y León (1990), coinciden en indicar que las flores son hermafroditas raras veces dioicas o monoicas, de formas pequeñas, actinomorfas y generalmente agrupadas en racimos. Cáliz gamosépalo 4-dentado, aproximadamente 4mm., de longitud con la cara externa pulverulento y farinosa. Corola gamopétala campanulada de aproximadamente 7 mm., de longitud dispuesta en cuadro redondeados.

Con 4 estambres y anteras epipétalas de aproximadamente 2 mm. de longitud, pistilo con ovario supero, globoso piloso. Estilo filiforme y estigma bilabiado. El color de la corola inicialmente es amarillo con tendencia a volverse naranja, café claro a café oscuro, según el grado de madurez.

2.2.2.6. Frutos

Los frutos son, cápsulas ovoides, septicidas (sutura ventral), aproximadamente de 5-6 mm. de longitud y 3-5 mm. de ancho, peso promedio de 0,01 grs., de color blanquecino amarillentas con la superficie pulverulenta-farinosa. Cada cápsula contiene aproximadamente de 40 a 100 semillas. (Reynel y León 1990)

2.2.2.7. Semillas

Pretell y Ocaña (1985), señalan que las semillas de las K'iswaras son aquenio color pajizo a pardo y muy pequeñas, oblongo-alargadas y aplanadas miden 2x1x0.5 mm. de superficie reticular, tiene el aspecto de una esponja, el embrión se halla ubicada en la parte media, el número de semillas en 1 Kg. es de aproximadamente 5.000.000. Debido a su reducido tamaño resulta bastante difícil separar totalmente la semilla de las impurezas.

2.3. Requerimientos ecológicos

2.3.1. Clima

Alcalde (1990), ha establecido que la k'iswara, se implanta naturalmente en los sitios con mucha humedad (arroyos y ríos) y las zonas con microclimas favorables como, laderas y recodos, es tolerante a la helada y a sequías extremas. Se la puede encontrar en mayor proporción a 3.800 m.s.n.m.

Según Cruz (2000), ratifica la resistencia de la k'iswara a las heladas y sequías, soporta temperaturas mínimas de 2 °C bajo cero y una máxima de 25 °C. Esta distribuido entre los 3.300 a 4.200 m.s.n.m., se asocia muy bien con el aliso (*Alnus jorulensis*), chachacoma (*Escallonia resinosa*), mutuy (*Cassia sp.*) y queñua (*Polylepis sp.*).

2.3.2. Suelo y agua

Reynel y León (1990), afirman que la k'iswara se adapta mejor en suelos, con pH alcalinos a neutros con texturas francos-arenosos y de buena profundidad: sin embargo es una especie plástica. Se adapta bien en suelos con pedregosidad media; tolera y resiste bien las sequías.

Torrigo (1994), indica que se encuentran con frecuencia en suelos medianamente profundos, pedregosos, de textura muy variadas, secos a medianamente húmedos. En cambio Cruz (2000), manifiesta que desarrolla óptimamente en lugares con precipitaciones promedio de 600 mm/año.

2.4. Usos y beneficios

2.4.1. Agroforestería

Reynel y León (1990), manifiestan que en el altiplano peruano, con intensos fríos la k'iswara es utilizado para la conformación de cercos vivos que protegen a los cultivos de las posibles heladas. También es plantado en suelos con pendientes como barreras vivas y la formación de terrazas, para darle él su uso agrícola. El establecimiento de bosquetes para la producción de tierra compostada es otra alternativa que se le da.

Tybirik y Padilla (1995), indican que la agroforestería: “es una forma de manejo del cultivo, con relación a las plantaciones forestal (leñosa), Esta actividad es un arreglo espacial de manera que exista una interacción positiva (ecológicas y económicas), entre los elementos leñosos y los diferentes componentes del ecosistema”.

En cambio Rodríguez (2000), ratifica la definición sobre la agroforestería y asegura que estas actividades constituyen un potencial para el desarrollo de modelos de producción sostenible. Los beneficios de la agroforestería pueden ser: Directos (productos obtenidos directamente como resultado del establecimiento de las especies leñosas) e indirectos (productos derivados por la presencia de árboles y arbustos en zonas agrícolas, traduciéndose en el aumento de la producción y la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios).

Cruz (2000), señala que la k'iswara son utilizados para la estabilización de taludes y cárcavas, con el propósito de proteger las áreas de cultivo y la conservación del suelo.

2.4.2. Medicinal

Autores como: Pretell y Ocaña (1985), Alcalde (1990), Reynel y León (1990), Torres y Bustamante (1992) a sí también Rodríguez (2000), coinciden en indicar los siguientes usos medicinales:

- Las hojas en infusión, se toman para atenuar los dolores del reumatismo.
- El cocimiento de las hojas se emplea para lavar las úlceras y las verrugas.
- Las mujeres sacan las flores y las lavan, para hacerlas hervir como mate, calmando los dolores de parto.
- Incluso para aliviar efectos de la presión alta.

2.4.3. Otros usos

Pretell y Ocaña (1985), Alcalde (1990), Reynel y León (1990) Torres y Bustamante (1992) como también Rodríguez (2000) indican una diversidad de usos de la k'iswara, como ser:

- Protección y cobijo de ganado en potreros. Considerando que la madera es dura y compacta se emplea como material de construcción, para fabricar utensilios caseros e instrumentos de labranza, vigas, puertas, ventanas, yuntas, arados, chaquitaclas e instrumentos artesanales de utilería.
- Por su resistencia a la humedad se usa como postes para cercos y varas para techos, asimismo son utilizadas para la fabricación de compuertas de canales de riego.
- De las ramas rectas se elabora el eje central de las ruecas, empleado para hilado de la lana.

- Las flores en infusión, desprenden un tinte de color amarillo, empleado en la textilería y además se prepara ensaladas.
- Es apreciada como ornamental, pues se carga de flores durante gran parte del año, tiene un excelente porte con la facilidad de darle forma, mediante podas.
- La leña y el carbón obtenido son de excelente calidad.
- Buen forraje, en julio solamente se deja las hojas producto de las podas al ganado.

2.5. Propagación

La k'iswara se puede propagar por la vía sexual (semilla), o asexual (estacas, esquejes, brotes, rebrotes, etc.). La propagación vegetativa, es la más recomendable por la seguridad y rapidez, en su desarrollo. (Gualberto y Luis 1997).

Asimismo Hartmann y Kester (1997), mencionan los siguientes métodos de propagación de las plantas:

- I.Sexual: A Propagación por semilla
 B Sistema de cultivos in Vitro: Cultivo de óvulos
 Cultivo de embriones
 Cultivo de semillas
 Cultivo de polen
 Cultivo de esporas
- II.Asexual: A Por estacas
 B Por Injerto
 C Por yema
 D Por acodo
 E Propagación por estolones
 F Propagación por hijuelo
 G Por separación
 H Por división

2.5.1. Propagación sexual

Arias y Ocaña (1991), han demostrado que la propagación por semilla (sexual) de la k'iswara tiene muchas dificultades. Como el requerimiento de trabajos y cuidados silviculturales específicas desde la fase de recolección de la semilla hasta el transplante definitivo. Los porcentajes de germinación de las semillas, varían significativamente según el riego, por lo tanto se debe tener un control dentro los almácigos. Los mismos autores reconocen que la mayor desventaja, es que los nuevos individuos no siempre son fenotípicamente y genéticamente iguales a las plantas madres sino que tiene una amplia variedad por el alto grado de hibridismo.

Hartmann y Kester (1997), señalan que la propagación por semilla, requiere de un manejo cuidadoso en el período de germinación. Además su éxito dependerá, del grado en que se satisfagan las siguientes condiciones:

- a) La semilla de mantener su cultivar o especie, que el propagador desea cultivar. Esto se puede lograr obteniendo semillas de un comerciante de confianza, adquiriendo semillas certificadas o de lo contrario producir su propia semilla.
- b) La semilla debe ser viable y capaz de germinar. Debe germinar con rapidez y vigor para resistir en el almácigo posibles condiciones adversas. La viabilidad se puede determinar mediante pruebas, pero el vigor es difícil de predecir.
- c) Se debe eliminar cualquier condición de letargo que pudiera inhibir la germinación, aplicando los tratamientos pregerminativos adecuados.
- d) Condiciones ambientales adecuadas en cuanto a la humedad, temperatura, luz u oscuridad tanto para semillas y plantines.

2.5.2. Propagación asexual

Reynel y León (1990), demostraron que es factible la propagación vegetativa a partir de acodos y esquejes, obteniéndose un mayor prendimiento y desarrollo de las partes vegetativas de la k'iswara, con un sustrato de turba, tierra agrícola y arena en proporción (3:2:1).

Rojas y Ramírez (1991), aseguran que la propagación asexual a partir de yemas que pueden estar en un tallo aéreo (estaca esqueje) o de un tallo subterráneo (tubérculo o cormo, etc.), tiene muchas ventajas principalmente, la de guardar con fidelidad el tipo de la planta madre pues no existe intromisión de genes extraños.

Torres y Bustamante (1992), indican que aquellas especies valiosas que tienen problemas en la propagación por semilla, la propagación vegetativa es la alternativa más recomendable. Siendo una característica natural que se puede aprovechar para reproducir árboles sobresalientes capaces de crecer en condiciones adversas.

Hartmann y Kester (1997), señalan, que para la reproducción se emplea partes vegetativas de la planta madre. La reproducción puede ocurrir mediante la formación de raíces y tallos adventicios o por medio de la unión de partes vegetativas a través del injerto. Las estacas, esquejes y acodos de tallo tienen la capacidad de formar raíces adventicias, generando un nuevo sistema de brotes.

2.5.3. Importancia de la propagación asexual

Arias y Ocaña (1991), indican que la importancia del método se establece en tres aspectos:

- Permite obtener ejemplares con tamaños adecuados para plantación final en menor tiempo por que el crecimiento de las plantas es más acelerado.

- Las características genéticas de los nuevos individuos son idénticas a las plantas madres, por que se transmiten todas las características de la planta madre.
- La disponibilidad de esquejes del género **Buddleja** es abundante por sus características propias, además el trabajo a nivel del vivero es sencillo.

Sin embargo Hartmann y Kester (1997), resaltan su importancia, por las siguientes razones:

- El mantenimiento de clones, que consiste en divisiones mitóticas de las células, esta duplicación genética se la designa clonación y la población descendiente clon.
- En “especies difíciles que no produzcan semillas viables”. La propagación asexual es necesaria, con el fin de mantener la especie.
- Evitar períodos juveniles prolongados, durante su etapa de crecimiento que tiene la planta.
- El control de su crecimiento, se la realiza con el fin de poder darle forma durante su desarrollo.
- La combinación de clones, aspecto importante de la propagación asexual, que consiste en la posibilidad de combinar en una planta dos o más clones por injerto.
- Aspectos económicos.

2.5.4. Formas de propagación vegetativa o asexual

Hartmann y Kester (1997), afirman que la propagación asexual, es una estrategia y método de reproducción, empleando diferentes partes vegetativas de la planta madre. Esto es posible por que cada célula de la planta madre contiene la información genética necesaria para formar la planta entera.

2.5.4.1. Acodo

Weaver (1989), señala que el acodo se utiliza frecuentemente para propagar especies que no producen raíces o lo hacen con gran dificultad. Para este método las ramas o tallos se cubren con tierra mientras permanece sujeto a la planta madre hasta que desarrolle su sistema radicular. Luego se la separa con el objeto de permitirle crecer independientemente. En este caso se interrumpe el floema y se detiene el desplazamiento descendente de las hormonas y los asimilados de carbohidratos, estimulando el enraizamiento. Dentro de este método de propagación existen: los acodos aéreos, que se practica en la parte aérea del tallo donde se desea producir raíces. Los acodos en montículo, que consiste en amontonar tierra en la base de brotes jóvenes con el fin de estimular el enraizamiento.

Por otra parte Hartmann y Kester (1997) indican que el acodamiento es un método de propagación mediante el cual se provoca la formación de raíces adventicias en un tallo que todavía está adherido a la planta madre. El tallo enraizado o acodo se separa para convertirse en una nueva planta que crece con sus propias raíces. El acodamiento puede suceder de forma natural: con los hijuelos, latiguillos y vastos o chupones. Por otro lado tenemos al acodamiento inducido: como el acodamiento de punta, simple, compuesto, aéreo y el acodamiento de montículo o banquillo.

2.5.4.2. Injerto

Para Heede (1981), el injerto consiste en asociar dos vegetales en uno solo, donde uno de ellos es la parte aérea, (llamado injerto) y el otro el sistema radicular, (llamada patrón) es por lo tanto una sustitución de órgano. Además, permite la multiplicación de plantas que no se reproducen o se reproducen muy mal por semilla y la regeneración de órganos es casi imposible.

Hartmann y Kester (1997) definen al injerto, como el arte de unir dos porciones de tejidos vegetales vivos, de tal manera que se fusionen para posteriormente crezca y se desarrollen como una sola planta.

A través de los años se han establecido varios métodos y prácticas que le permiten al técnico, resolver casi cualquier problema sobre injertos. Existe en la actualidad injertos de: ensamblaje, empalme, costado, hendidura, cuña, corteza, aproximación en arco y puente de injerto, etc.

2.5.4.3. Micropropagación

Hartmann y Kester (1997), señalan que la micropropagación consiste en producir plantas a partir de porciones muy pequeñas como ser de tejidos o células, cultivadas asépticamente en un tubo de ensayo, para que tenga un control estricto de las condiciones de ambiente y de nutrición. Varios órganos de plantas como tallos, flores, raíces y embriones que tienen un crecimiento indefinido se han utilizado durante muchas décadas en los laboratorios científicos, como objetos de investigación por genetistas, botánicos y fitopatólogos. Esta técnica es usada para:

- Obtener plantas libres de patógeno.
- Aislar células o líneas de células genéticamente extraordinarias que puedan convertirse en nuevas variantes de plantas.
- Permitir la multiplicación rápida en condiciones que mantengan libres de enfermedades.

2.5.4.4. Estaca (esqueje)

Campinhos (1987), considera que la mayoría de las especies, incluso las coníferas, pueden propagarse por estacas, a condición de aplicar las técnicas más convenientes, tales como el uso de camas calientes y los tratamientos hormonales.

Ting-Zing (1988) sostiene que, bajo adecuadas condiciones medio ambientales, un fragmento de un órgano vegetativo de la planta, desarrollará nuevas raíces y brotes para llegar a ser una nueva planta. Estos se denominan esquejes y es la forma más simple de propagación.

Así mismo Hartmann y Kester (1997), indican, que las estacas o esquejes son porciones extraídas de la planta madre que colocada en condiciones ambientales favorables, se induce a la formación de raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva e independiente, en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre. Se clasifica de acuerdo a la parte del cual proceden como se indica a continuación:

- Estaca de tallo o rama: a) De madera dura (pinos, higuera, sauce, álamo abetos)
b) De madera semi dura (limonero, camelia, acebo)
c) De madera suave (lila, mirto crepe, weigela)
d) Herbáceos (geranio, crisantemo)
- Estaca de hoja:(violeta africana)
- Estaca de hoja con yema: (zarzamora, hortensia)
- Estaca de raíz: (frambuesa roja)

2.5.4.5. Brotes y Rebrotos

Mamani y Apaza (1993), indican que los brotes son vástagos (ramas nuevas), en estado de desarrollo a partir de las yemas, mientras los rebrotos se forman a partir de yemas latentes en la corteza viva del tocón. Para ambos casos, la extracción debe realizarse con una porción de leño “zapatito” y una longitud de 8 a 10 cm. Deshojando la parte basal del brote, dejando solamente un par de hojas para evitar la pérdida de la humedad.

2.6. Razones para la propagación por esquejes (asexual)

La Cerca (1983) y Maldonado (1990) indican que cuando la premura de la operación lo exige, se tiene que recurrir a la reproducción por esquejes. Además con este método se ha podido demostrar, que a partir de un pedazo de rama siempre y cuando lleve una yema o varias se reproducirá todos los órganos de la planta.

Arias (1993), afirma que esta técnica de propagación es la más adecuada, por las siguientes razones:

- El prendimiento es alto cuando la técnica se aplica correctamente.
- La extracción del material vegetal (esquejes) no afecta a los árboles “semilleros” en su desarrollo normal. Además existe un menor riesgo de entrada (al árbol) de patógenos por las heridas de menor tamaño, que propagadas por estacas de tallo.
- El desarrollo de los plantones en el vivero es más rápido alcanzando, en un año de 60-80 cm de altura.
- La recolección y traslado de los esquejes no implica grandes costos y es más fácil el manejo en la producción.

Hartmann y Kester (1997), señalan que las estacas o esquejes, son el medio más importante para la propagación de arbustos ornamentales, tanto de especies deciduas como de hojas anchas y siempre verdes. Tiene numerosas ventajas: de unas cuantas plantas madres es posible propagar muchas nuevas plantas en un espacio limitado. Es económico, rápido, siempre que no requiere de técnicas especiales de injerto. Se obtiene una mayor uniformidad, en ocasiones aparecen en las plantas injertadas resultantes de la variación en los patrones provenientes de semilla. Por lo general se reproduce exactamente igual a la planta madre, sin cambio genético.

2.7. Condiciones para la propagación por esquejes

2.7.1. Edad y estado de los esquejes

Hanada y Watanabe (1986), consideran las siguientes condiciones:

- Que estén bien maduras.
- Que tenga grosor adecuado.
- Que los esquejes estén vivos.
- Que lleven por lo menos una yema.
- Que los esquejes no estén atacados por plagas o enfermedades.

Weaver (1989), afirma que el factor vital y necesario, para el enraizamiento de los esquejes es que contenga un cierto número de hojas. La pérdida de hojas reduce considerablemente las probabilidades de enraizamiento. Los materiales nitrogenados y azúcares son factores decisivos en el proceso del enraizamiento.

Hartmann y Kester (1997), indican que el material vegetativo (estaca-esqueje) puede variar según sus tipos, abarcando a especies (perennes-leñosas) desde ramas terminales muy suculentas del año, hasta esquejes de madera dura de varios años de edad. Además esquejes tomados de plántulas jóvenes enraízan con mayor facilidad que aquellas tomadas de plantas más viejas, es decir en la fase adulta de crecimiento.

2.7.2. Longitud

Valdivia (1986), indica que los esquejes deben tener de 8 – 12 cm. de largo con un corte limpio sin rasgaduras y lo más cerca posible de la rama principal. Sin embargo muy poco se sabe en realidad del efecto de la longitud.

Zamudio (1990), considera que la longitud apropiada en esquejes de especies leñosas, deben ser de 15 a 20 cm., con 3 a 4 yemas como promedio.

Lojan (1992), señala que la propagación de la k'iswara por esquejes, deben ser desprendidos a mano con navaja. Estos deben ser de 8 a 12 cm. de largo, semi lignificadas que contengan una porción del tallo de la corteza o "zapatilla".

2.7.3. Diámetro

Zamudio (1990) y Arias (1993), mencionan que el grosor de los tallos en los esquejes debe ser al de una lapicera vale decir, aproximadamente 0.5 a 1 cm. de diámetro, sin embargo estos valores pueden considerarse solamente como promedios.

2.7.4. Época de recolección

Zamudio (1990), menciona que hay plantas que se propagan por estacas en cualquier momento del año.

En cambio, otras plantas se propagan por esquejes solamente en ciertas épocas óptimas, en la cual se verifica el mayor éxito del prendimiento y desarrollo de las raíces.

Arias (1993), ha considerado que la época de recolección de los esquejes, debe realizar poco después de iniciada la época lluviosa (noviembre -diciembre), esto probablemente se debe a que la zona generatriz o cambium es más activa cuando se tiene mayor humedad.

Hartmann y Kester (1997), afirman que la época de recolección de esquejes ejerce una influencia extraordinaria en el enraizamiento y proporciona la clave del éxito del trabajo.

Los mismos autores aseveran que los esquejes de muchas especies, se obtienen mejor regeneración, cuando estas se extraen antes o después de la floración de la planta madre, que durante ese periodo. Por otro lado especies siempre verdes de hojas angostas y anchas, pueden tener durante el año, uno o más periodos de crecimiento, lo que nos permite obtener el material vegetal en varias épocas.

2.8. Factores de la rizogénesis

Felipe (1986), define a la rizogénesis (enraizamiento) como la capacidad que tienen las porciones separadas de una planta para emitir sus raíces, dependiendo principalmente de los siguientes factores:

- **Genéticos**

La mejor genética y la selección tiende a localizar e individualizar (clonar), aquellos Individuos que muestran una mayor facilidad de enraizamiento.

- **Ambientales**

Entre los factores ambientales pueden considerarse: la temperatura, humedad, la presencia de oxígeno (en el proceso existe una alta tasa de respiración celular).

- **Equilibrios químicos internos (nutrientes y hormonas)**

Entre los factores químicos están incluidos los aspectos técnicos nutricionales y

aspectos hormonales que, a su vez, son influenciados por la posición de la rama que se utiliza para estaquilla, por la posición que ocupa en la planta madre y época en que se hace el estaquillado.

En cambio Hartmann y Kester (1997), señalan que el éxito o fracaso, está influenciado por diferentes factores, como ser:

- A. La selección del material vegetal para esqueje:
 - 1.- Condición fisiológica de la planta madre
 - 2.- Edad de la planta madre
 - 3.- Tipo de esqueje seleccionado
 - 4.- Presencia de virus
 - 5.- Época del año en que se extrae, el esqueje

- B. Tratamientos de las estacas o esquejes con:
 - 1.- Reguladores de crecimiento
 - 2.- Nutrientes y minerales
 - 3.- Funguicidas
 - 4.- Lesiones

- C. Condiciones ambientales durante el enraizamiento como:
 - 1.- La relación con el agua
 - 2.- Temperatura
 - 3.- Luz:
 - I. Intensidad (referido a la irradiación)
 - II. Longitud del día (consistente al fotoperiodo)
 - III. Calidad de la luz
 - 4.- Medio de enraizamiento

2.8.1. Características de plantas para la capacidad rizogénica

Hartmann y Kester (1997), señalan con respecto a los materiales que intervienen en la iniciación de raíces adventicias, según el grupo de plantas lo dividen en:

- Aquellas en las que los tejidos proporcionan todas las diversas sustancias nutritivas incluyendo auxinas, esenciales para la iniciación de raíces.
- Aquellas en las que están presentes, en suficientes cantidades, algunos cofactores de ocurrencia natural; pero en los que la auxina es limitada. Con la aplicación de auxina por lo general, se acelera y aumenta el enraizamiento.
- Aquellas en las que no hay actividad de uno o más de los cofactores internos aunque la auxina natural pueda o no estar presente en abundancia.

2.8.2. Fases de la rizogénesis

Hartmann y Kester (1997), indican que el desarrollo de las raíces adventicias, en las estacas de tallo pueden dividirse en tres fases:

- Iniciación de grupos de células meristemáticas en el periciclo (las iniciales de la raíz)
- Diferenciación de esos grupos de células en primordios, de raíz reconocible.
- Desarrollo y emergencia de las nuevas raíces, incluyendo la ruptura de otros tejidos del tallo, seguido de la formación de conexiones vasculares con los tejidos conductores del esqueje.

2.9. Origen de las raíces adventicias

Weaver (1989), afirma que el origen de las raíces adventicias es a partir de grupos pequeños de células meristemáticas que siguen dividiéndose y forman grupos compuestos de muchas células pequeñas y que se desarrollan más ampliamente para formar primordios nuevos de raíces reconocibles. La división continua hace que células comiencen a formar una estructura de puntas de raíces. Seguidamente se desarrolla un sistema vascular en el nuevo primordio de raíces que crecen hacia el exterior a través de la corteza y la epidermis, surgiendo del tallo.

Rodríguez (1991), indica que el origen de las raíces adventicias en los esquejes se da en los meristemos laterales, es decir en el cámbium del periciclo cuya función es la regeneración de células meristemáticas.

Las plantas perennes leñosas, en las cuales hay una o más capas de xilema y floema secundarios, las raíces adventicias de las estacas de tallo, por lo general se originan de células parenquimáticas vivientes, primordialmente en el xilema secundario joven pero a veces lo hacen de otros tejidos como los radios vasculares, el cámbium, el floema las lenticelas o la medula. Normalmente su origen y desarrollo de las raíces adventicias se efectúa cerca del cilindro central del tejido vascular. Al salir del tallo las raíces desarrollan una cofia y los tejidos usuales de la raíz, con una conexión vascular completa con el tallo en que se originan. (Hartmann y Kester 1997)

2.10. Formación del callo

Rodríguez (1991), define como una hinchazón de color amarillenta ubicada en la base del esqueje, llamada "callo". Está provocada por la auxina, que estimula la rápida división de las células parenquimáticas.

Hartmann y Kester (1997), indican que una vez extraídas los esquejes y colocadas en condiciones favorables para el enraizamiento se forma un callo en el extremo basal del esqueje; este es una masa irregular de células parenquimatosas en diversos estados de diferenciación y lignificación. El crecimiento del callo se origina de las células de la región del cambium vascular y el floema adyacente aunque diversas células de la corteza y de la medula también pueden contribuir a su formación, con frecuencia las primeras raíces aparecen a través del callo, conduciendo esto a la suposición de que la formación de callo es esencial para el enraizamiento.

Sin embargo, la formación del callo como de las raíces son independientes, el hecho de que con frecuencia ocurran de manera simultánea se debe a su dependencia de condiciones internas y ambientales similares.

2.11. Condiciones ambientales que intervienen en el enraizamiento

2.11.1. Cobertor

Mitchell (1980), asegura que la técnica de los mini invernaderos es muy valiosa para investigaciones, por su fácil manipulación de las condiciones ambientales y de los diferentes tratamientos a aplicarse, influyendo poderosamente en el desarrollo ramal incidiendo a su vez en el desarrollo radicular.

Mamani y Apaza (1993), han demostrado que el cobertor de plástico en forma de túnel, más un tinglado de cañahueca, se logra mejor enraizamiento de los brotes de k'iswara.

Hartmann y Kester (1997), aseguran que las condiciones de invernadero, son ideales para el enraizamiento de ramas y hojas. La tasa de transpiración es reducida al mínimo, cuando la temperatura se mantiene uniforme, promoviendo con ello a una mayor actividad fotosintética.

2.11.2. Sustrato

Pretell (1985) y Valdivia (1986), recomiendan que el sustrato, debe ser de textura suelta con 35% materia orgánica descompuesta. Para que se permita mantener una adecuada humedad.

Chávez y Egoavil (1991), indican que se debe realizar la desinfección del sustrato para eliminar huevos de gusanos y hongos que puedan ocasionar daño a las plántulas. Un método sencillo de desinfección es verter agua hirviendo al sustrato, a razón de aproximadamente 15 lts por cada metro cuadrado con 30 cm. de altura de cama, además se elimina agentes dañinos y semillas de malas hierbas.

Hartmann y Kester (1997), indican que el sustrato para el enraizamiento tiene tres funciones:

- Sostiene a los esquejes durante el periodo del enraizamiento.
- Proporciona humedad a los esquejes.
- Permite la penetración del aire a la base de los mismos.

Los mismos autores consideran que un medio ideal de enraizamiento es aquel que tiene bastante porosidad, aireación y la suficiente capacidad de retención de agua, pero al mismo tiempo que esté bien drenado. Para esquejes tiernos de madera suave y de madera semi dura, debe estar libre de hongos y bacterias dañinas.

Ha sido demostrado por Cruz (2000), que el sustrato de textura liviana facilita el enraizamiento de los esquejes, compuesto preferentemente de tierra agrícola 40%, arena 30% y 30% de tierra vegetal o compost.

2.11.3 Humedad

Hartmann y Kester (1997), recomiendan que para reducir al mínimo la transpiración de las hojas en los esquejes, la presión de vapor de agua de la atmósfera que las rodea debe mantenerse tan semejante como sea posible a la presión de agua que existe en los espacios intercelulares de la hoja.

Los mismos autores corroboran la necesidad de las aspersiones constantes para mantener sobre las hojas una película de agua, lo cual no sólo produce una alta humedad relativa alrededor del esqueje, sino que reduce la temperatura del aire y de las hojas, todos estos factores tienden a reducir la tasa de transpiración.

Cruz (2000), asevera que la humedad es muy importante para la formación de raíces, de donde éstas absorben los fertilizantes minerales que se encuentran en solución del suelo. Cuando el suelo está completamente húmedo a capacidad de campo es muy óptimo para el desarrollo de las raíces.

2.11.4. Aireación

Firman (1984), indica que los procesos de ventilación debe actuar continuamente para renovar el aire en todos los puntos, sino existe esto, el anhídrido carbónico agregado por las raíces o formadas por la materia orgánica al momento de la descomposición, llegan a acumularse hasta el punto de obstruir en el desarrollo de las raíces.

Hartmann y Kester (1997), afirman que para la producción de las raíces es indispensable la existencia de oxígeno en el medio de enraíce, aunque en algunos casos los requerimientos varían según las especies.

Por ejemplo las estacas de sauce forman raíces con facilidad en agua con un contenido de oxígeno tan bajo como de 1 ppm., en cambio la hiedra necesita alrededor de 10 ppm., para un crecimiento adecuado de las raíces.

2.11.5. Temperatura

Lalatta (1988), asegura que durante el invierno, temperaturas superiores a los 6°C continua la formación de raíces nuevas en ritmo lento. En cambio por encima de los 32 °C la actividad radicular se reduce.

El mismo autor sostiene que la temperatura juega un papel importante en las disponibilidades de los elementos nutritivos influyendo en el metabolismo de los componentes del suelo (nitrificación, mineralización de la materia orgánica, etc.), que condicionan la actividad de las raíces y la formación de las mismas.

Hartmann y Kester (1997), recomiendan que las camas para estacas, las temperaturas diurnas deben fluctuar entre 21 a 27 °C, y con temperaturas nocturnas de alrededor de 15 °C hasta 18 a 20 °C en el sustrato. Estas temperaturas son satisfactorias para el enraizamiento en la mayoría de las especies, aunque algunas enraízan mejor a temperaturas más bajas.

Además se deben evitar temperaturas altas del aire, debido a que tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de las raíces, e incrementa la pérdida de agua por las hojas. Así también es importante que el desarrollo de las raíces adventicias preceda al desarrollo del tallo.

2.11.6. Luz

Hartmann y Kester (1997), manifiestan que en todo proceso fisiológico de la planta como el crecimiento, la luz es importancia y primordial, ya que es la fuente de energía en los diferentes procesos fotosintéticos.

En tal sentido la propagación vegetativa ya sea por brotes, esquejes, etc. deben poseer hojas para la producción de productos fotosíntesis. Estos productos son importantes para el crecimiento de las raíces, al mismo tiempo los mismos autores aclaran, que los esquejes de madera semi dura, que probablemente almacenan auxina elaborada con anterioridad, inician mejor su enraizado en ambientes más oscuros.

2.11.7. pH

Donahue (1985), menciona que el efecto del pH actúa en la solubilidad de los minerales y puede influir en el desarrollo, tanto de la raíz como de la planta, y afecta a la actividad benéfica de los micro-organismos. Además la mayoría de las bacterias fijadoras de nitrógeno no son muy activas en suelos fuertemente ácidos.

Galloway y Borgo (1985), afirman que para prevenir la incidencia de la chupadera y favorecer el enraizamiento de esquejes se debe usar sustratos con un pH de 5.5 a 7.5, es decir entre levemente ácido a débilmente alcalino, además se deberá evitar el alto contenido de materia orgánica o de reacción fuertemente alcalino.

Domínguez (1988), señala que la influencia del pH en el desarrollo del vegetal ejerce una toxicidad de iones de, hidrógeno, aluminio y manganeso deficiencia de calcio, fósforo y molibdeno; fijación biológica del nitrógeno, mineralización de la materia orgánica, etc. Además el pH menor a cuatro aumenta el efecto del aluminio toxico inhibiendo el crecimiento de la raíz.

2.12. Reguladores del crecimiento

Weaver (1989), señala que las fitohormonas de las plantas, desempeñan un papel muy importante en el crecimiento y desarrollo de los vegetales. Aunque las sustancias naturales de crecimiento (endógena) controlan normalmente el desarrollo de las plantas. La aplicación de sustancias exógenas puede reemplazar y cumplir las mismas funciones en el crecimiento de la planta.

Rodríguez (1991), indica que las fitohormonas se conocen también con los nombres de Hormonas vegetales o fitorreguladores. Se las define, “como sustancias químicas orgánicas producidas por las plantas, que en pequeñas concentraciones actúan en un lugar distinto de donde se produce, interviniendo en el metabolismo y desarrollo, ya sea estimulando, inhibiendo o modificando cualquier proceso fisiológico de la planta”.

Hartmann y Kester (1997), afirman que el objetivo de tratar los esquejes con fitohormonas es para aumentar el porcentaje de enraizamiento, acelerando la formación de las mismas, aumentando él numero y la calidad de las raíces formadas en cada esqueje, a su vez aumentar la uniformidad del enraizado.

Los mismos autores recomiendan que en la actualidad se puede recurrir a una serie de sustancias hormonales de considerable eficacia rizógena como el caso, del ácido 3 indolacético (AIA), ácido indolbutirico (IBA), ácido naftalenacético (NAA), 2,4-5 Tricloroferroxipropionico (2,4-5 TP), etc.

2.12.1. Tipos de reguladores del crecimiento

Los distintos investigadores especifican a las fitohormonas o reguladores de crecimiento vegetal en las siguientes clases:

2.12.1.1. Etileno

Weaver (1989), indica que es posible que el etileno se produzca en los tejidos vivos. Los frutos en maduración son fuentes especialmente ricas en etileno. Por ejemplo: los limones almacenados que son afectados por el hongo *Penicillium digitatum*, provocan la maduración de los frutos adyacentes y no infectados.

Rodríguez (1991), revela que el etileno es un compuesto simple gaseoso, que provoca un amplio rango de respuestas en las plantas. Se sintetiza en los tejidos vegetales: hojas, tallos y raíces, fuertemente estimulada por el AIA.

2.12.1.2. Inhibidores del crecimiento

Weaver (1989), considera que el ácido abscísico (AAB), como la fitohormona inhibitoria más importante del reino vegetal. El AAB parece actuar como un inductor general del envejecimiento. También puede ser inhibidor de las auxinas o de las giberelinas. A elevadas cantidades del AAB, muchos de sus efectos fisiológicos se oponen a las hormonas promotoras del crecimiento, tanto de las auxinas, giberelinas y citocinas.

Rodríguez (1991), define al ácido abscísico (AAB) “como una sustancia natural reguladora del crecimiento de las plantas de igual importancia que las otras fitohormonas: auxinas, giberelinas, citocininas, etc. Que provoca la senectud y la caída de: hojas, flores y frutos e induce al letargo en yemas de árboles y semillas”.

2.12.1.3. Citocininas

Rodríguez (1991), define “como compuestos químicos orgánicos dotados de actividad biológica y que es activo en algunas respuestas vegetales, especialmente aquellas que incluyen divisiones celulares en tejidos no organizados, como el callo, pero es necesario la presencia del ácido indolácetico, aunque también participan en la senectud y crecimiento de brotes”.

Hurtado y Merino (1994), señalan que el nombre genérico de las citocininas es empleado para aquellas sustancias químicas que pueden estimular principalmente la división celular o citocinesis.

2.12.1.4. Giberelinas

Barcelo (1987), manifiesta que este grupo de sustancias son conocidos por sus efectos de promover el alargamiento de los tallos y ramas.

Rodríguez (1991), define “como fitohormonas o reguladores del crecimiento elaboradas por las propias plantas. Forman parte del crecimiento y desarrollo de las plantas superiores, que son especialmente eficientes en la elongación de los tallos en plantas intactas”.

2.12.1.5. Auxinas

Weaver (1989), asevera que las auxinas es un término genérico que se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad de inducir la extensión de las células de los brotes. Algunas auxinas son naturales y otras se producen sintéticamente y se asemejan al ácido indolacético (AIA) por los efectos fisiológicos de las células vegetales.

Rodríguez (1991), define “como sustancias químicas orgánicas producidas naturalmente en las plantas, que estimulan el crecimiento y otras funciones fisiológicas en un sitio alejado del lugar de producción y que actúa en concentraciones bajas”

Hurtado y Merino (1994), señalan que el nombre auxinas viene del griego auxein, que significa crecer, fue dado a la sustancia reguladora del crecimiento producido en el ápice del coleóptilo de avena.

Los mismos autores corroboran, indicando que en la actualidad se sabe que las auxinas están universalmente presentes en las plantas superiores.

2.12.1.5.1. Síntesis

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

2.12.1.5.2. Distribución

Rodríguez (1991), indica que las máximas concentraciones de auxinas se encuentran en los ápices del tallo, de la raíz, en las yemas, en las hojas jóvenes y maduras, en la punta del coleóptilo, pero lo abandonan para alcanzar las zonas de crecimiento del mismo órgano, donde es esencial para el crecimiento del mismo ya que dichas zonas no poseen la facultad de producir tal sustancia.

El mismo autor menciona que los brotes etiolados de otras especies sintetizan la auxina en su yema apical y ocasionalmente en los cotiledones.

Hurtado y Merino (1994), aseveran que en forma natural las concentraciones más altas de auxinas se encuentran en los ápices de crecimiento (ápice del coleóptilo, yemas y ápices de crecimiento de las hojas), sin embargo también se encuentran auxinas ampliamente distribuidas por la planta, sin duda proveniente de las regiones meristemáticas. En general, en las plantas las fitohormonas se desplazan desde su lugar de síntesis con cierta dirección y con determinada velocidad.

2.12.1.5.3. Transporte

Barcelo (1987), señala que la fitohormona o regulador de crecimiento se caracteriza por moverse en el organismo desde un punto de síntesis hasta el lugar de acción, por tanto existe un movimiento de la auxina a través del organismo, este desplazamiento de un lugar a otro es denominado “transporte” de la auxina. Este ha sido medido y estudiado en diferentes tipos de tejidos, de estos estudios se ha demostrado que la velocidad de transporte es:

- Independiente de la longitud del tejido.
- Independiente de la concentración de auxina en el bloque donador.
- Varía con la edad y tipo de tejidos; es mayor en coleóptilos de maíz a 25 grados (15 mm/hr) que en raíces (5 mm/hr). En coleóptilos varía del ápice (parte joven) a la base (parte vieja).

Rodríguez (1991), indica que el traslado de la auxina en los tejidos vegetales posee un rasgo único y exclusivo que los distingue de la circulación de los solutos en general y es su carácter ordinariamente “polar”; es decir que la auxina se dirige desde el ápice a la base pero en sentido contrario, tanto en la raíz como en tallo. Muchas de las respuestas y correlaciones del crecimiento realizadas por la auxina, dependen precisamente de este carácter polar de su desplazamiento.

Hurtado y Merino (1994), indican que en diferentes estudios se ha determinado que las velocidades de transporte de las auxinas en las plantas fluctúan de 6.4 mm/hr hasta 25 mm/hr, que tienen la misma magnitud en tallos y raíces.

2.12.1.5.4. Mecanismos de acción

Rodríguez (1991), afirma que la auxina actúa como estimulante, en otros como inhibidora, y un tercer caso, como partícipe necesario en la actividad de crecimiento de otras fitohormonas (por ejemplo cinetinas y giberelinas). La intervención de la auxina, específicamente se da en el alargamiento celular, dominancia apical, iniciación radicular, partenocarpia, abscisión, formación del callo, la respiración y producción de etileno.

Hurtado y Merino (1994), han comprobado que las auxinas actúan de modo diverso en el crecimiento por alargamiento celular, como es incrementando el contenido osmótico de la célula y la permeabilidad al agua, reduciendo la presión de la pared o aumentando la síntesis de ARN, proteínas específicas (enzimas) y aún de la misma pared, lo que provoca un aumento en la plasticidad de la pared celular, y trae como consecuencia su extensión y crecimiento por alargamiento.

- A mayor presencia de auxinas naturales mayor desarrollo de yemas.
- Las deficiencias nutritivas dificultan normalmente el enraizamiento.
- Los tejidos juveniles contienen más promotores del enraizamiento que los adultos.
- Las yemas activas o el tratamiento auxínico, ayuda en el proceso de la rizogénesis, esto dependerá de los factores genéticos que afectan a la clase y cantidad de cofactores de enraizamiento; estos cofactores incluyen compuestos fenólicos que reaccionan con la auxina para estimular la rizogénesis.

Hartmann y Kester (1997), indican que los hechos siguientes son importantes para la comprensión de los mecanismos de acción de raíces y yemas: la brotación y el enraizamiento son procesos de acusada polaridad (las yemas se forman en la zona proximal de las raíces, y las raíces lo hacen en la base de los tallos).

El movimiento de las auxinas y de los cofactores del enraizamiento es también polar, movilizándose hacia la base, mientras que el de las citocininas es acrópeto, desde la base hacia el ápice. La auxina estimula el enraizamiento y las citocininas a la brotación de las yemas. Así deben estar en un equilibrio para obtener los mejores resultados.

2.13. Efecto de las auxinas en el enraizamiento de esquejes

Barcelo (1987), afirma que la aplicación de concentraciones superiores o inferiores a la óptima, las auxinas desfavorecen al crecimiento de las plantas llegando a impedir el desarrollo de las mismas, con probabilidades de provocar deformaciones en ramas, tallos y flores de las plantas tratadas e inclusive llegando a la muerte de estas.

Rodríguez (1991), indica que la acción de la auxina en el crecimiento de las raíces es parecido a su acción sobre los tallos, con la salvedad de que la concentración de auxina en el crecimiento del tallo actúa como estimuladora, mientras para el crecimiento de raíz es inhibidora.

2.14. Utilización de reguladores del crecimiento para el enraizamiento

Weaver (1989), afirma que la mejor fitohormona estimuladora para el enraizamiento es la auxina IBA (ácido indolbutírico). Tiene una actividad auxínica débil y lenta, se desplaza muy poco, deteniéndose cerca del sitio de aplicación, él IBA produce un sistema radicular fuerte y fibrosa. Los reguladores que se desplazan con dificultad pueden causar efectos indeseables en el crecimiento de los esquejes tratados.

Hartmann y Kester (1997), demuestran que aplicando las estacas (esquejes) con fitohormonas, se aumenta el porcentaje de prendimiento (esquejes que formen raíces), acelerando la formación de las mismas, aumentando el número y la calidad de las raíces formadas en cada esqueje, con una uniformidad del enraizado.

Los mismos autores señalan que los mejores compuestos químicos sintéticos que se han encontrado para estimular la producción de raíces adventicias en estacas (esquejes), son el ácido indolbutírico (IBA) y naftalenacético (NAA).

2.15. Métodos de aplicación de reguladores del crecimiento

Weaver (1989), Bidwell (1993) así Hartmann y Kester (1997), coinciden en señalar los siguientes métodos:

2.15.1 Método de espolvoreado

Este método consiste en sumergir primero la base del esqueje en agua a una profundidad de 3 cm., para facilitar el contacto de la fitohormona mezclada con un portador (un polvo fino inerte que puede ser arcilla o talco). Debe utilizarse aproximadamente 200 a 1000 ppm. de fitohormona de crecimiento para estacas de madera blanda y 5 veces más en maderas duras.

2.15.2 Método de remojo en soluciones diluidas (remojo prolongado)

Consiste en sumergir 2 a 3 cm. la parte basal del material vegetal (porción basal de la estaca o esqueje), remojando en una solución diluida por 24 hrs. La concentración puede variar entre 20 ppm., para especies que enraízan con facilidad y 200 ppm., para las especies más difíciles. La cantidad de auxinas requerida varía desde 5 a 500 ppm., según las especies, época de recolección del esqueje, como el ingrediente activo y su concentración.

2.15.3 Método de inmersión en soluciones concentradas

Se prepara una solución concentrada de la sustancia (de 500 a 10000 ppm.), en Alcohol al 50% de concentración y los extremos basales de los esquejes se sumergen de 2 a 3 cm. por un corto tiempo (alrededor de 5 segundos), plantándolos de inmediato en el medio de enraíce.

CAPITULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo se realizó en los previos del Núcleo Escolar, Colegio Técnico Humanístico Gral." René Barrientos Ortuño" de Coromata Alta.

La localidad de Coromata Alta geográficamente está ubicada entre las coordenadas 16° 09' Latitud Sur y 68° 31' de Longitud Oeste, al pie de la cordillera del Illampu. A una altitud de 3.980 m.s.n.m. (Esquibel 2000).

3.1.2. Ubicación política

Limita al norte con el cantón de Chachacomani y la comunidad de Corpaputo, al sur con Coromata media, al este con el Cantón de Kerani y al oeste con la comunidad de Berengela. Políticamente pertenece al cantón de Huarina de la cuarta sección de la provincia Omasuyos del departamento de La Paz. (El Diario 2005).

3.1.3. Datos generales

3.1.3.1. Clima e Hidrografía

La zona presenta un clima de puna frío, sin embargo extraordinariamente se pueden registrar temperaturas que alcanzan los 25 °C, lo habitual es un término medio de 10 °C y registros mínimos que van debajo de 0 °C. Si bien en las zonas altas cordilleranas, más allá de 4.500 m.s.n.m. la temperatura tiende a disminuir, tiene variaciones estacionales y horarias. (Esquibel 2000).

Por la zona de Coromata Alta, pasa el río Keka de mayor caudal que afluye al Titicaca, desciende desde las alturas de la cordillera y pasa por Achacachi. Confirmando la descripción hecha por Esquibel (2000).

Además indica que este río esta conformada por la confluencia del Hacha Jahuira y Keka Jahuira, a los que se añade en sus nacientes en el sector oriental de la Provincia los ríos Huaña, Ch'iar Jakha y el Kellhuani. De menor caudal el río Tambo corre paralelamente al río Keka y también pasa por Achacachi. Esta caracterización del sector de Omasuyos solo modifica su horizontalidad con lomas anchas que permite el desplazamiento de corrientes de bajo caudal.

3.1.3.2. Geología y relieve de los suelos

Esta región se encuentra ubicada en el espacio de la cordillera real. La conformación orográfica tiende a ser homogénea y algunas ondulaciones que descienden de la cordillera no modifican la imagen primaria de la meseta. El límite nor-este es cordillerano y en ese nivel las características climáticas de la región se acentúan, de ahí que los asentamientos disminuyan de las tierras más altas (JICA 1997).

Los suelos del altiplano de Bolivia, son el resultado de la roca madre, que se dan a través de los diferentes procesos de descomposición que sucede en el tiempo y espacio, por la intervención de los factores (físicos, químicos y biológicos). Los materiales de partida son principalmente las lucitas y areniscas paleozoicas, rocas magnéticas y de posesiones terciarios y cuaternarios aluviales.

Estos suelos, son superficiales de 0 a 20 cm. de capa arable, con una textura media moldeada por grava y piedras, en estratos más profundos. Estos suelos se caracterizan por tener una baja capacidad de retención de humedad, al mismo tiempo presenta un color pardo que con frecuencia existe en todo el altiplano norte, son más oscuros que los sierosimo y presentan la capa de acumulación de cal a mayor profundidad. (Loza 2000).

3.1.3.3. Vegetación (nativa y exótica)

Loza (2000) señala, si bien el clima no es del ideal o favorable para la agricultura, la humedad, en el sector favorece a la actividad agrícola.

Estos suelos están cubiertos por pastos, en áreas aisladas se cultivan: la papa, oca, quinua, forrajes y aun hortalizas en lugares protegidos que tengan riego, escasamente se observa algunos árboles y arbustos. Algunos vegetales se han adaptado muy bien a las inclemencias del tiempo, como la paja que es aprovechada para la construcción y techado de viviendas, fabricación de colchones y como combustible, etc.

Las especies de mayor predominan en la región son las gramíneas perennes con algunos árboles y arbustos, entre estas tenemos:

Cuadro 1 Vegetación (nativa y exótica)

| Nombre vulgar | Familia | Nombre científico |
|----------------------|----------------|---------------------------------------|
| Iru ichu | Poaceae | <i>Festuca ortophylla</i> pilger |
| Paja | Poaceae | <i>Stipa ichu</i> M. |
| Muni muni | Compositaceae | <i>Bidens andicola</i> Sch. Bip. |
| T'anta t'ola | Compositaceae | <i>Parastrephya lepidophylla</i> Weed |
| Eucalipto | Mirtaceae | <i>Eucaliptus globulus</i> L. |
| Cipres | Cupressaceae | <i>Cupressus macrocarpa</i> M. |
| Pino | Pinaceae | <i>Pinus radiata</i> L. |
| K'iswara | Buddlejaceae | <i>Buddleja coriacea</i> Remy |
| Queñua | Rosaceae | <i>Polylepis</i> sp. |
| Muña | Lamiaceae | <i>Satureja parvifolia</i> Beril |
| K'ela k'ela | Papilionaceae | <i>Lupinus chorolopis</i> F. |
| Cola de raton | Poaceae | <i>Hordeum moticum</i> Presl |
| Ñak'a t'ola | Compositaceae | <i>Baccharis tricuneata</i> Weed |
| Yareta | Umbeliferaceae | <i>Azorella glabra</i> |
| Cebadilla | Poaceae | <i>Bromus uniolooides</i> H.B.K. |

Fuente: propia

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

En la investigación se utilizaron esquejes K'iswara, de plantas madres (clones) con aproximadamente 6 a 8 años de edad, de mediana madurez, para la cual fueron extraídas un total de 630 esquejes, con las siguientes características:

- Longitud de esquejes 14 a 18 cm.
- Diámetro de esquejes 0.3 a 0.4 cm
- Numero de hojas 8 a 10 pares
- Corte en zapatito 2 cm. en la base

3.2.2. Equipo y Material de laboratorio

| | |
|-----------------------|-------------------|
| Termómetro | Balanza eléctrica |
| Vasos de precipitados | Cajas petri |
| Lupa | Vernier |

3.2.3. Material y herramientas de campo

Los materiales que se utilizaron para la presente investigación fueron:

- Herramientas de construcción
- Herramientas de vivero
- Agrofil de 200 micras
- Tubos de Platico de 1/2
- Libreta de Campo
- Regla graduada de 50 cm.

3.2.4. Material y Equipo de gabinete

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| - Una computadora e impresora | - Planilla de registro |
| - Película fotográfica | - Material de didáctico |
| - Cámara fotográfica | - Material bibliográfico |

3.2.5. Otros materiales

3.2.5.1. Sustrato

La proporción utilizada, para la preparación del medio de enraizamiento (sustrato) fue: tierra del lugar 40 %, turba 30%, arena 30% y graba para el drenaje de las platabandas.

3.2.5.2. Fitohormonas

Se utilizó una cantidad de 3.5gr. de fitohormonas de origen Auxinicos con distintas concentraciones, e ingredientes activos:

Cuadro 2 Composición de las fitohormonas específicas

| Nombre comercial | Ingrediente activo | |
|------------------|-----------------------------|--------|
| Rapid root | Ácido Indolbutírico (IBA) | 3 gr |
| | Ingredientes Inertes | 997 gr |
| Rootone | Ácido Naftalenacético (NAA) | 0,5 gr |
| | Ácido Indolbutírico (IBA) | 1,5 gr |
| | Ingredientes Inertes | 998 gr |
| Fertifox | Ácido Naftalenacético (NAA) | 1 gr |
| | Inertes y coadyuvantes | 999 gr |

Fuente: etiquetas de productos comerciales.

3.3. Métodos

3.3.1. Procedimiento experimental

El experimento fue instalado en diciembre de 2003, hasta noviembre de 2004, para llevar a cabo el presente trabajo de investigación se efectuó las siguientes tareas:

3.3.1.1 Platabandas con cobertor

La construcción de las platabandas se efectúa de forma manual trazando y excavando hasta una profundidad de 0.40 m., con una orientación de este a oeste tal como se indica en el croquis (Anexo 3). Las características y dimensiones del área experimental como de las platabandas para el transplante de los esquejes k'iswara se detalla en el Cuadro 3.

El cobertor de plástico se ubica a una altura de 0.60 m., por encima de las platabandas, para garantizar la semi sombra se instaló una estera de paja a 10 cm., por encima de la estructura de plástico. (Figura 2)

Cuadro 3 Dimensiones del área experimental

| | |
|-----------------------------|--------------------|
| - Numero de platabandas | 3 |
| - Pasillo entre Platabandas | 1m. |
| - Largo de la platabanda | 6m. |
| - Ancho de la platabanda | 1m. |
| - Área de cada platabanda | 6m ² . |
| - Área total | 28m ² . |
| - Área neta | 18m ² . |

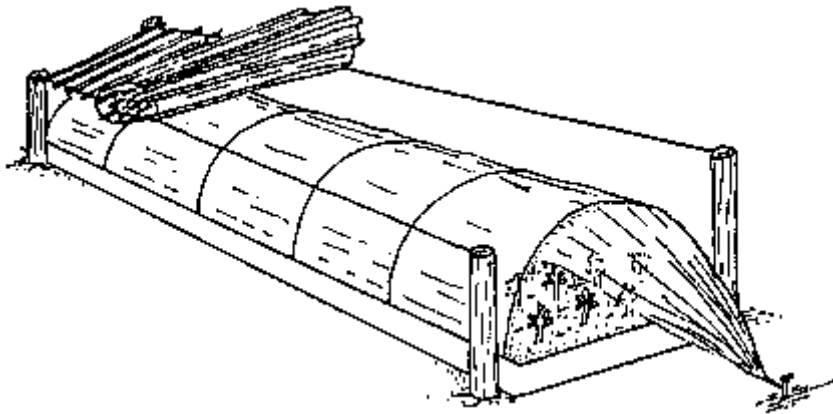


Figura 2 Fitoldo Tipo túnel con estera de paja

3.3.1.2 Preparación e incorporación del sustrato

El objetivo principal de la preparación del suelo es proporcionar condiciones que favorezcan al enraizamiento y desarrollo de los esquejes de k'iswara, esta labor debe ser realizada con bastante anticipación al transplante. Para la preparación del sustrato se procede a recolectar tierra del lugar, turba y arena fina en una proporción de: 4:3:3, una vez acopiado se procede a eliminar los rastrojos y grumos con ayuda de un cernidor. Posteriormente se mezclan homogéneamente el sustrato, para ser incorporado hasta una altura de 35 cm. dentro de las platabandas. La superficie de la platabanda debe quedar perfectamente nivelado para evitar el encharcamiento del agua. (Figura 3).

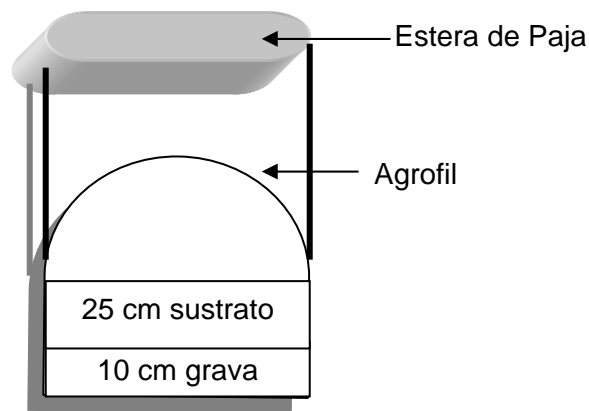


Figura 3 Componentes de la platabanda

3.3.1.3. Desinfección del sustrato

La desinfección del sustrato se efectúa con 24 hrs. de anticipación al transplante de los esquejes. Se realizó bajo dos métodos, así para verano se aplicó riegos de agua caliente (hervida), en una proporción de 15 lt/m² de sustrato, inmediatamente se cubrió con nylon para evitar la pérdida del vapor de agua y vaya enfriarse rápidamente. Mientras para la época de otoño, se procedió al riego por inundación por la tarde y por efecto de las bajas temperaturas, se obtuvo por simple enfriamiento (congelamiento), la desinfección del sustrato.

3.3.1.4 Selección de Clones (arbustos madres)

Para la recolección del material vegetal (esquejes), inicialmente se procedió a la selección de los clones (arbustos madres) considerando los siguientes aspectos: Buena característica fenotípica, libre de enfermedades y ataques de insectos, con una edad promedio entre 6 a 8 años, y ubicadas dentro de los previos del Coligó Técnico Humanístico Gral. René Barrientos Ortuño, específicamente al interior del huerto escolar.

3.3.1.5. Recolección del clon (esquejes)

Esta actividad se lo efectuó, posteriormente a la localización de los clones (arbustos madres) ubicadas dentro del establecimiento.

La recolección de los esquejes (clon), de k'iswara se lo realiza en las primeras horas de la mañana entre 6:00 a 9:00 AM., con 24 hrs. de anticipación a la plantación. Estas debidamente seleccionadas sin presentar ninguna infección, la extracción se lo realiza con cortes de abajo hacia arriba en forma de “zapatito” (1 a 2 cm. de base), con 8 a 10 pares de hojas, de los cuales solo se deja 4 pares en el extremo superior de cada esqueje, con una longitud de 14 a 18 cm. (Figura 4).

Luego de la extracción de los esquejes (clon), inmediatamente se procede a introducir en un recipiente con agua para evitar la deshidratación, en el momento del traslado a las platabandas.

La obtención de los esquejes de k'iswara se lo realizo en dos épocas, la primera en diciembre 2003 (verano), y la segunda en mayo 2004 (otoño). Extraídas antes y después de la floración de la planta madre, tal como lo recomiendan Hartmann y Kestre (1997). En cambio Rojas y Ramírez (1991) Señalan que las plantas inician su modificación desde el verano y reduce su crecimiento vegetativo en otoño, debido fundamentalmente a los días cortos y las noches frías que actúa sobre el fitocromo y sobre los sistemas de represión genética.

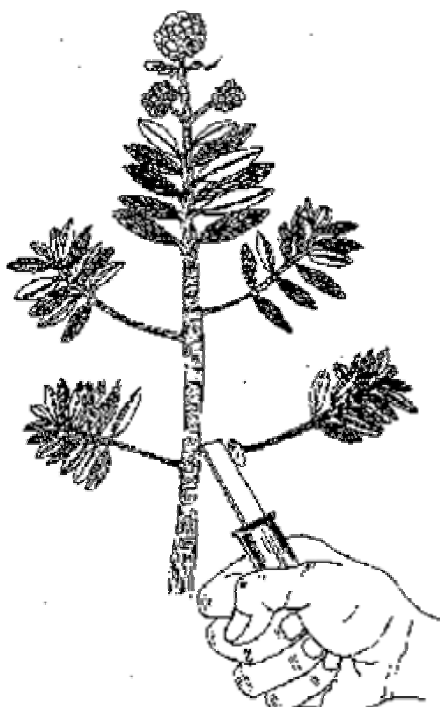


Figura 4 Técnica de recolección del clon (esqueje)

3.3.1.6. Plantación del clon (esquejes)

Previamente a este trabajo se realizó la aplicación de las fitohormonas de origen auxínicos (sólidos), con diferentes ingredientes activos como el ácido indolbutírico (IBA), ácido naftalenacético (NAA). Procediendo de la siguiente manera: se toman los esquejes (clon) por la parte superior mejor si son por las hojas e introducirlos en el agua la parte basal hasta una altura de 2 a 3 cm., contenidas en un envasé. Luego se empapa dentro las fitohormonas y por simple contacto se adhiere en la base del esqueje la fitohormona, para retirar el exceso se da un leve sacudon.

Una vez aplicada las diferentes fitohormonas se procedió a transplantar en las distintas platabandas de acuerdo al diseño experimental y combinación factorial, para ambas épocas verano y otoño. Este trabajo se utilizó con un repicador, para la apertura de los hoyos a una profundidad de 5 cm., seguidamente se procedió a la introducción del esqueje al hoyo y se lo llenó con un sustrato de arena – turba en una proporción de 70% a 30% respectivamente. Presionando fuertemente el sustrato agregado al hoyo con los dedos, con el objetivo de que el esqueje quede sujeto en el sustrato y no exista espacios vacíos, coexistiendo un contacto entre el sustrato y el esqueje. (Figura 5).



Figura 5 Técnica de transplante del clon de k'iswara

La plantación de los esquejes se realiza a una distancia entre ellas de 14 cm. y entre surcos 20 cm., a medida que se va realizando el transplante de los esquejes, se van deslizando la estera de paja, junto con el cobertor de plástico, para evitar la deshidratación de los esquejes (clon). Una vez transplantado todos los esquejes, en la época respectiva dentro del cobertor de plástico, se procede al riego abundante por inundación. (Figura 6).

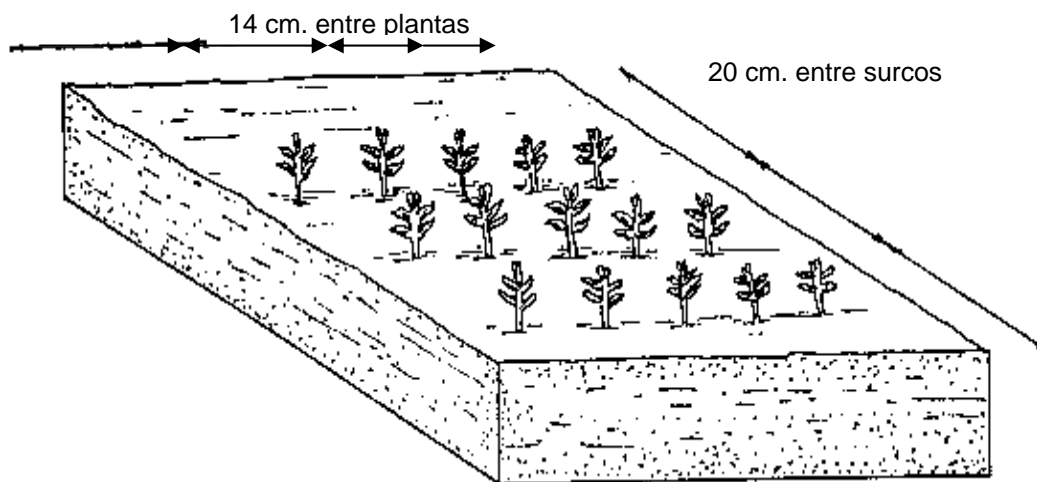


Figura 6 Distancia entre esquejes y surcos en las platabandas

3.3.1.7. Labores culturales

3.3.1.7.1. Riego

Esta labor fue la más importante, por que los esquejes en el periodo de enraizamiento requiere de abundante agua. Los riegos se efectuaron por inundación y aspersion durante las cuatro primeras semanas en forma constante, para ayudar a disponer de una humedad saturada y mantener turgentes las células de los tejidos foliares. Controlando la temperatura al interior del ambiente.

Posteriormente se regó interdiariamente hasta la aparición de las primeras raíces adventicias en los esquejes, el riego se realiza hasta la capacidad de campo para mantener húmedo el sustrato. Finalmente los riegos se lo efectúa una vez por semana con la idea de fortalecer las raíces formadas y por ende la de toda planta nueva.

3.3.1.7.2. Manejo de cobertor

Los vientos fuertes del norte, nos obliga ha enterrar el borde del cobertor de plástico dentro el suelo a una profundidad de 10 cm. Los esquejes fueron protegidos por el cobertor de plástico y la estera de paja, con objetivo de proporcionar la semi sombra en forma constante (día y noche) durante los tres meses, este hecho nos permite evitar las heladas por las noches. Del mismo modo se realizaron aperturas del plástico por los bordes, en los días con temperaturas muy altas especialmente en horas criticas.

A partir de septiembre solo se mantiene la estera para semi sombra y retirando por completo en noviembre, antes de su salida a terreno definitivo, para una mejor lignificación del tallo.

3.3.1.7.3. Control de malezas

El control de las malezas en las diferentes platabandas se realizó en 4 etapas, en forma manual con una frecuencia de 30 días hasta la finalización del ensayo, teniendo cuidado de no maltratar en el momento de la extracción, evitando la remoción del sustrato. El objetivo del deshierbe es impedir la competencia de las hierbas con los esquejes, principalmente en el aprovechamiento de nutrientes y la humedad.

Se presentaron las siguientes malezas: Trébol (*Trifolium amabilis*, H.B.K.), diente de león (*Taraxacum officinalis*, F.), quinua silvestre (*Chenopodium millianun*, F.), musgos (*Sphagnum sp.*), reloj reloj (*Erodium cicutarun*, L), pasto rodes (*Chloris gayana*), ch'iji (*Cynodon dactylon*).

3.3.1.7.4. Poda de raíz

La poda de raíz se la realizo a los 4 meses, cuando las plantas alcanzaron una altura de 30 cm. a una distancia entre planta y pala de 10cm. Se enterró la pala oblicuamente frente a los surcos, tomando una inclinación de 40-50° y una profundidad de 10 a 15 cm. Luego de la poda las plantas reaccionaron con un marchitamiento. Para que recuperen se realizaron riegos por inundación. (Figura 7).

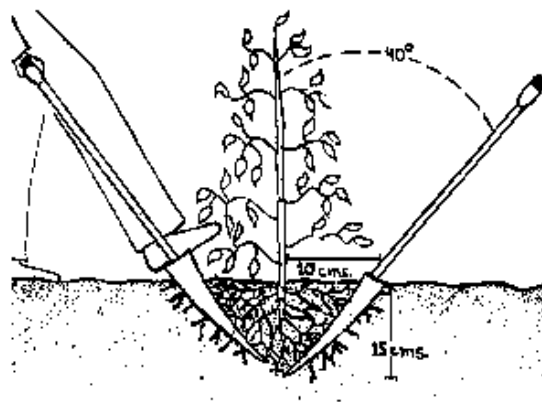


Figura 7 Poda de raíces con pala

3.3.2. Diseño experimental

Se llevo acabo mediante un arreglo factorial de 3 x 2 distribuido en un diseño de bloques al azar, con tres bloques. (Calzada 1982)

3.3.2.1. Factores

A = Dos épocas de recolección

a-1 = 1ra época verano (XII-03)

a-2 = 2da época otoño (V-04)

B = Tres fitohormonas

b-1 = Rapid root (3 gr de IBA)

b-2 = Rootone (0.5 gr NAA y 1.5 gr IBA)

b-3 = Fertifox (1 gr NAA)

3.3.2.2. Combinación factorial

Según la tabla de doble entrada como regla, se tiene cada combinación como un tratamiento, de la factorial: 2 x 3 = 6 tratamientos con 3 repeticiones o bloques haciendo un total 18 unidades experimentales.

Cuadro 4 combinación factorial

| | FITOHORMONAS = B | | |
|------------|------------------|------|------|
| ÉPOCAS = A | b-1 | b-2 | b-3 |
| a-1 | a1b1 | a1b2 | a1b3 |
| a-2 | a2b1 | a2b2 | a2b3 |

3.3.2.3. Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + N_j + E_k + (N \times E)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde: Y_{ijk} = Cualquier observación

μ = Media general

B_i = Efecto del i-esima de bloques

N_j = Efecto del j-esima nivel del factor A (épocas de recolección)

E_k = Efecto del k-esima nivel del factor B (fitohormonas)

$(N \times E)_{jk}$ = Efecto de interacción A x B

ε_{ijk} = Error experimental

3.4. Variables de respuesta

Para estudiar la influencia de las fitohormonas y la época, sobre los esquejes de k'iswar. Se tomaron cinco muestras al azar por tratamiento considerando las siguientes variables:

3.4.1. Porcentaje de prendimiento

La evaluación del porcentaje de prendimiento se lo realizo a los 120 días después de la plantación. Se efectuó por simple conteo del número de esquejes prendidos, sobre el número total de esquejes plantados al inicio de cada época, estas expresadas en porcentaje:

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

%P = Porcentaje de prendimiento

NPV = Número de plantas vivas

NPT = Número de plantas totales

3.4.2. Altura de esquejes (esquejes enraizados).

El registro de los datos para la altura de la plata se realizo a partir del transplante con intervalos de 30, 60, 90 y 120 días, las diferentes fases de desarrollo. Posteriormente a la plantación se midieron las alturas desde la superficie del sustrato hasta el ápice de tolo, con ayuda de una regla graduada, las medidas tomadas se las almaceno en una base de datos, en centímetros para su posterior análisis.

3.4.3. Número de hojas

El registro del numero de hojas, se realizo bajo el criterio de contar todas las hojas que se encuentran sobre el tallo principal, este conteo se lo realizó a partir del transplante a intervalos de 30 días, hasta la conclusión del experimento. Tomando cinco muestras al azar por tratamiento.

3.4.4. Número de brotes

Para la evaluación y registro de brotes presentes en la planta, se contaron brotes mayores a 2 cm. de longitud, que nacen sobre la superficie del tallo principal, el mismo que se efectuó a los 120 días después del transplante, tomando cinco plantas para su evaluación y análisis de resultados.

3.4.5. Longitud de raíces

La evaluación de la longitud de la raíz se lo realizo a los 120 días después de la plantación, utilizando para la medición una regla graduada en centímetros, procediendo a extraer dos plantas por tratamiento, cuidando de no dañar las raíces y raicillas, midiendo desde el cuello hasta el ápice radicular de la planta.

3.4.6. Diámetro del esqueje

El diámetro del tallo fue registrado en la ultima evaluado del experimento, a los 120 días. Para la medición se utilizo un vernier graduado, realizando la medida en la parte media del tallo principal, tomando cinco muestras al azar por tratamiento.

3.4.7. Área foliar

Para la determinación del área foliar, se lo realizo a los 120 días con dos plantas por tratamiento en cada bloque, tomando cada una de las hojas estudiadas y dibujadas exactamente su contorno sobre un papel milimetrado, rotulando cada dibujo. Al mismo tiempo en otro papel milimetrado se dibuja y recorta un cuadrado de superficie conocida (36 cm²). Una vez recortada, tanto el cuadrado como las hojas, se los pesa con exactitud. La área foliar se determina con la siguiente formula:

$$\text{ÁreaFol.} = \frac{\text{Pesohoja(papel)} \times \text{Sup.cuadradtipo}}{\text{Pesodelcuadradtipo}}$$

CAPITULO 4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Durante el proceso de la investigación, se compararon 18 unidades experimentales. Para la cual se evaluaron los efectos de la época de recolección, y la aplicación de distintas fitohormonas comerciales del grupo de las auxinas, tanto en el prendimiento y enraizamiento de los esquejes (clon) de la k'iswara, en la etapa de vivero hasta antes de la plantación definitiva.

4.1. Registros climáticos

El comportamiento climático durante el periodo Noviembre de 2003 a Octubre de 2004 fue bastante irregular con respecto a los anteriores años (cuadro 5). Por lo tanto la incidencia de los fenómenos naturales como granizo, heladas, y sequías que frecuentemente suelen presentarse, no causaron daños considerables en el crecimiento y desarrollo de los esquejes (clon) de la k'iswara, gracias al cobertor de plástico y la estera de paja.

El estudio se realiza con los esquejes (clon) de k'iswara *Buddleja coriacea* Remy, recolectadas en dos épocas (verano y otoño), evaluando de forma visual y objetiva los diferentes cambios y respuestas que causan ambos factores.

Cuadro 5 Promedios de datos meteorológicos registrados durante los últimos 30 años (1974-2004)

| Parámetros | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temp.. media | 9.42 | 9.23 | 9.11 | 8.13 | 5.95 | 4.52 | 4.42 | 5.46 | 7.29 | 8.69 | 9.10 | 9.58 |
| Temp.. máxima | 15.42 | 15.44 | 15.58 | 16.34 | 15.9 | 15.01 | 14.51 | 15.27 | 15.89 | 16.59 | 16.87 | 16.55 |
| Temp.. mínima | 3.04 | 3.05 | 2.02 | -1.87 | -5.04 | -6.6 | -6.59 | -5 | -1.3 | -0.25 | 1.74 | 2.45 |

Fuente: SENAMHI

El comportamiento climático registrada en el periodo de la evaluación, correspondiente a Nov. de 2003 hasta Oct. de 2004, se presenta en el anexo 2 sobre: precipitación, días con helada, temperaturas máximas, mínimas y medias distribuidas por meses.

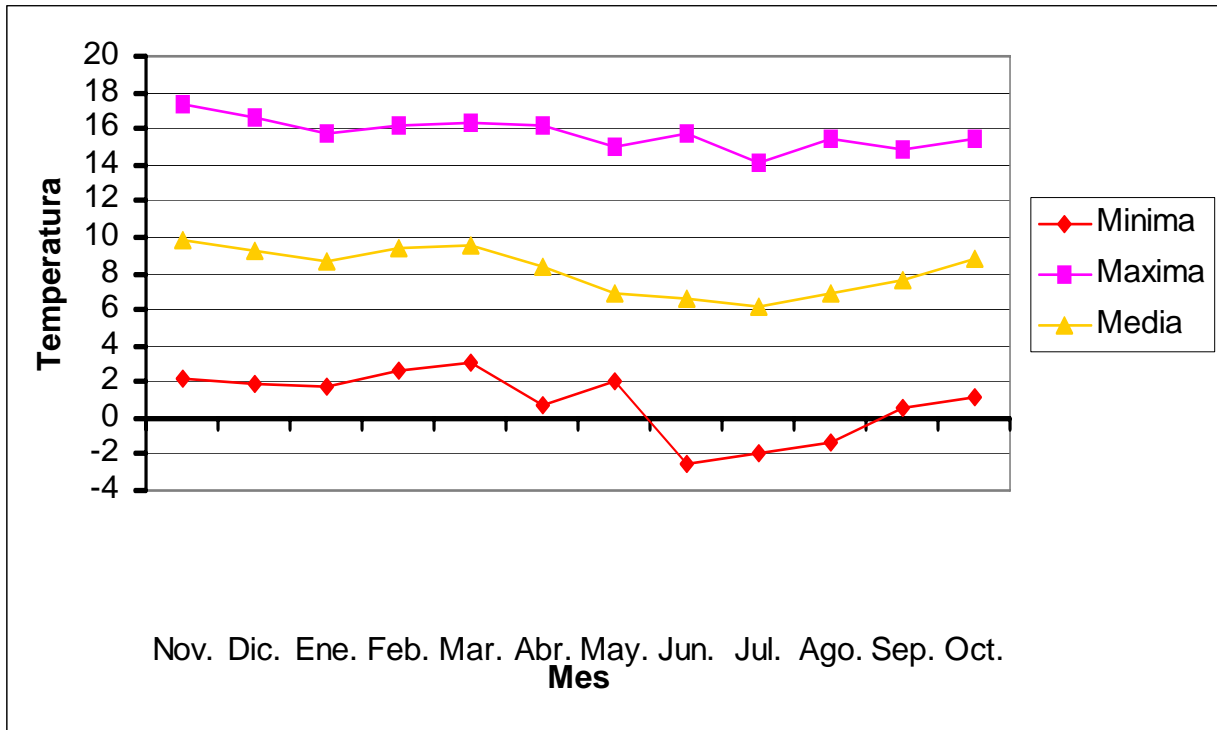


Figura 8. Registro de temperaturas: máximas, mínimas y medias periodo Nov. 2003 a Oct. 2004, SENAMHI.

Con los datos climáticos, representados en la figura 8, podemos afirmar que la influencia de la temperatura fue determinante e importante en el desarrollo y crecimiento de los esquejes de k'iswara. En tal sentido los cobertores tipo túnel (fitoldos), cumplieron su función de almacenar temperaturas más altas a las normales llegando a satisfacer las condiciones optimas dentro de los mini invernaderos, alcanzando temperaturas de 18 °C en los sustratos, tal como lo recomiendan Hartmann y Kester (1997).

La precipitación no influye directamente, aunque se encontró dentro de los rangos normales. En cambio los riegos por inundación y las aspersiones superficiales sobre la superficie de los esquejes (clon) y el suelo, fueron controlados con el fin de elevar la humedad relativa del medio.

Esta actividad favorece al desarrollo de las raíces, logrando un equilibrio entre el contenido de humedad del medio y la estructura interna del esqueje, con el fin de evitar la deshidratación del clon (esquejes) hasta el momento en que formen sus primeras raíces.

Durante la investigación, la propagación vegetativa de la k'iswara, con la aplicación de fitohormonas comerciales en dos épocas de recolección de los esquejes, para la etapa de vivero hasta antes de la plantación definitiva, se obtuvo diferentes respuesta y efectos para cada una de las variables, que continuación se detallan.

4.2. Porcentaje de prendimiento

La evaluación del porcentaje de prendimiento para los esquejes de k'iswara fue realizada a los 120 días después de la plantación, logrando obtener un promedio general de 88.17 por ciento de prendimiento. Valor superior al 74.44 por ciento obtenidos y reportados por Ledezma (1998). Esto podría atribuirse al uso del regulador de crecimiento ácido indolbutírico IBA como ingrediente activo y a bajas concentraciones. Como también la época de recolección realizada en primavera.

Simultáneamente se presenta una pérdida de 11.83 por ciento, en los esquejes de k'iswara esto debido al agotamiento de sus reservas nutritivas, por la cual no tuvieron posibilidades de que sus raíces entren en contacto con el sustrato.

Cuadro 6 ANVA para porcentaje de prendimiento a 120 días de plantación

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _c . | F _{t 0.05} | F _{t 0.01} |
|--------------------------------|------|-------------|------------|------------------|---------------------|---------------------|
| Bloques | 2 | 7.000000 | 3.500000 | 0.46 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| Factor A (Época) | 1 | 329.390625 | 329.390625 | 43.16 ** | 4.96 | 10.56 |
| Factor B (Fitohormonas) | 2 | 1533.000000 | 766.500000 | 100.4 ** | 4.10 | 7.56 |
| Interacción AxB | 2 | 120.781250 | 60.390625 | 7.91 ** | 4.10 | 7.56 |
| ERROR | 10 | 76.328125 | 7.632813 | | | |
| TOTAL | 17 | 2066.500000 | | | | |

C.V. = 3.13%

De acuerdo a los resultados obtenidos y representados en el análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento de los esquejes k'iswara, a los 120 días después de la plantación (cuadro 6). Se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, es así que la cantidad de esquejes prendidos es similar para los tres bloques. En cambio existe diferencias altamente significativas al 1%, entre las dos épocas de recolección (Factor A), en tal sentido la época de verano y otoño tienen diferentes respuestas.

Por otro lado existe diferencia, altamente significativa entre las fitohormonas comerciales (Factor B), en consecuencia cada fitohormona tiene diferente resultado, debido fundamentalmente al ingrediente activo y la concentración que posee cada fitohormona comercial. De la misma manera la interacción (AxB) presenta diferencias altamente significativas, por lo que se infiere que los dos factores determinan el porcentaje de prendimiento, esta podría atribuirse a que los esquejes tienen una asimilación distinta a la aplicación de las fitohormonas comerciales, dependiendo del estado fonológico de la planta madre, por lo tanto se produce efectos interactivos entre la época de recolección y la fitohormona. Esto nos da paso a efectuar las pruebas de Duncan y la descomposición de la interacción por efectos simples.

Mientras tanto el coeficiente de variación de 3.13 por ciento nos demuestra la confiabilidad de los resultados, para experimentos de tipo agrícola forestal.

Cuadro 7 Comparación de medias para porcentaje de prendimiento de épocas y fitohormonas

| Duncan $\alpha = 0.05$ | Media Porcentaje de prendimiento | Factores | |
|---------------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------|
| | | Época (A) | Fitohormona (B) |
| A | 92.44 | a2 Otoño (May.) | |
| B | 83.88 | a1 Verano (Dic.) | |
| A | 97.66 | | b1 Rapid root |
| B | 91.16 | | b2 Rootone |
| C | 75.66 | | b3 Fertifox |

Según la prueba Duncan al 0.05 (cuadro 7), para el porcentaje de prendimiento, a los 120 días después de la plantación. Nos aclara las diferencias estadísticas que existe entre las dos épocas de recolección de los esquejes de k'iswara (factor A). Lográndose obtener un mayor número de esquejes prendidos en la época de otoño (mayo), con una media de 92.44% de prendimiento superando a la época de verano (diciembre) con solo 83.88 %, de esquejes prendidos.

Esta diferencia se atribuye a los días cortos y las noches frías que actúan sobre los esquejes de k'iswara recolectadas en la época de otoño, donde estas reducen su crecimiento vegetativo, almacenando sustancias nutritivas y proteínas para la resistencia a la deshidratación, incluso las yemas entran en reposo lo que facilita el enraizamiento y desarrollo de los esquejes.

En cambio en verano las plantas madres se encuentran, en plena modificación interna, donde las yemas de cada esqueje recolectado se hallan fisiológicamente activas para el crecimiento, a consecuencia de este proceso fisiológico se tiene un menor enraizamiento y desarrollo de los esquejes de k'iswara.

En tal sentido se confirma lo señalado por Hartmann y Kester (1997), que las mejores regeneraciones de las partes vegetativas de muchas especies, depende de la fisiología de la planta madre.

La prueba de media según Duncan al 0.05, para las tres fitohormonas (cuadro 7). Se observa que la fitohormona rapid root tiene un mayor porcentaje de prendimiento en los esquejes de K'iswara, alcanzando un 97.66%, estadísticamente superior a las fitohormonas rootone y fertifox con 91.16% y 75.66% respectivamente. Al mismo tiempo estas últimas fitohormonas también presentan diferencias estadísticas entre sí.

La diferencia, de las tres fitohormonas comerciales se debe al ingrediente activo y su concentración que posee cada una de ellas. Como el rapid root, que tiene al ácido indolbutírico IBA, en cambio el rootone está compuesto por el ácido indolbutírico IBA y el ácido naftalenacético NAA y finalmente el fertifox con el ácido naftalenacético NAA, todos de origen auxínico. Como se aprecia en el cuadro 2.

Si bien se han logrado un elevado porcentaje de prendimiento, con la aplicación de las fitohormonas a base del ácido indolbutírico IBA, esto se debe a que estas son más estables y menos solubles, tienen una acción más localizada. En cambio, el ácido naftalenacético NAA posee las mismas acciones que él IBA, con la salvedad de que su empleo es más delicado, por el margen entre el umbral de su actividad y su toxicidad.

Por los resultados obtenidos se puede asegurar, que un elevado porcentaje de prendimiento de esquejes de k'iswara, se logra aplicando las fitohormonas comerciales que contengan al ácido indolbutírico (IBA). De esta manera se confirma lo señalado por Weaver (1989), que las fitohormonas del grupo de las auxinas estimulan al enraizamiento, en especial el ácido indolbutírico IBA.

Cuadro 8 ANVA para efecto simple para el porcentaje de prendimiento

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F_{c.} | F_{t 0.05} | F_{t 0.01} |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| E en F1 | 1 | 6.000000 | 6.000000 | 0.78 n.s. | 4.96 | 10.56 |
| E en F2 | 1 | 121.500000 | 121.500000 | 15.92 ** | 4.96 | 10.56 |
| E en F3 | 1 | 322.670000 | 322.670000 | 42.27 ** | 4.96 | 10.56 |
| F en E1 | 2 | 1238.890000 | 619.450000 | 81.16 ** | 4.10 | 7.56 |
| F en E2 | 2 | 414.890000 | 207.450000 | 27.18 ** | 4.10 | 7.56 |
| ERROR | 10 | 76.328125 | 7.632813 | | | |

La interacción épocas con fitohormonas (AxB), para el porcentaje de prendimiento. La prueba F del análisis de varianza de los efectos simples (cuadro 8), muestra que no existe diferencia significativa, entre las dos épocas de recolección (verano a1, otoño a2) con la aplicación de la fitohormona rapid root (b1), debido fundamentalmente a la elevada concertación del ingrediente activo (ácido indolbutírico IBA), que no causa efectos de toxicidad a los esquejes, más a lo contrario es muy efectiva para estimular el enraizamiento en ambas épocas.

En cambio existen diferencias altamente significativas entre las dos épocas de recolección (verano a1, otoño a2), con la aplicación de las fitohormonas rootone (b2) y fertifox (b3), debido fundamentalmente a dos razones: 1º la participación del ingrediente activo ácido naftalenacético NAA, y 2º la concentración con que participa cada ingrediente activo, por tal razón el rootone (b2) como el fertifox (b3) dependen de la época de recolección de los esquejes para tener un mayor porcentaje de prendimiento.

Simultáneamente existen diferencias, altamente significativas a la aplicación de las tres fitohormonas, en cada época de recolección de los esquejes (verano a1, otoño a2), estos resultados nos demuestra que el mayor porcentaje de prendimiento, depende de la época y estado fonológica de la planta madre de donde son extraídos los esquejes.

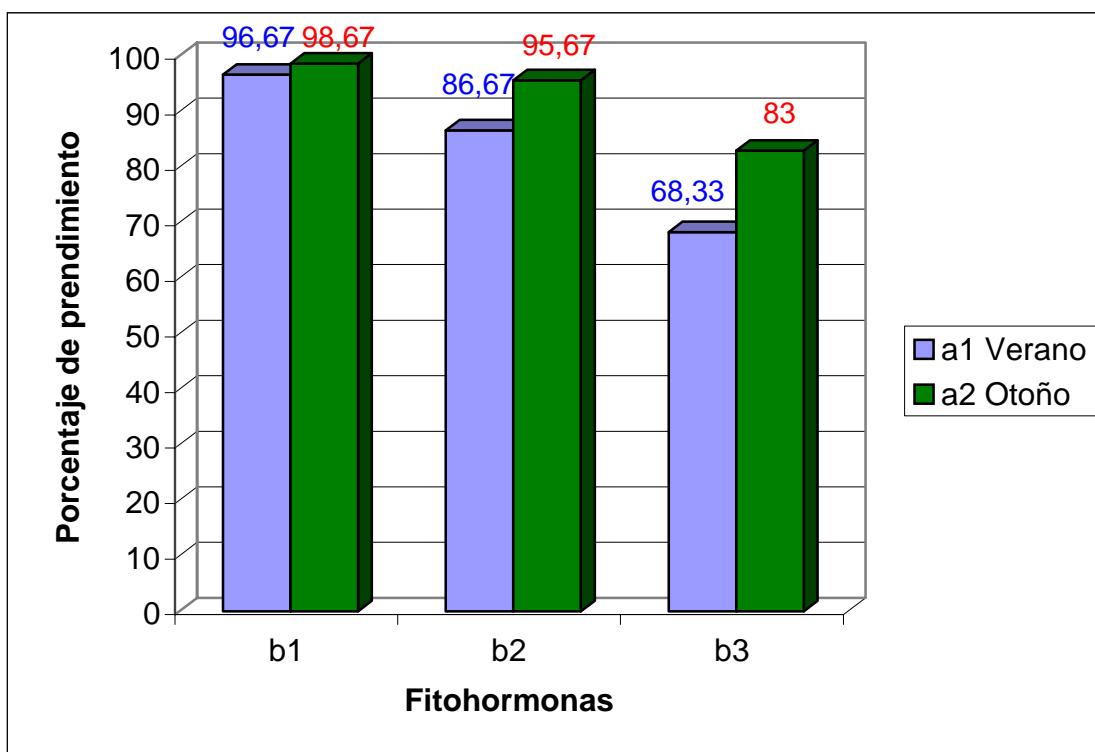


Figura 9. Comparación de medias entre los seis tratamientos para el porcentaje de prendimiento.

El empleo de las tres fitohormonas comerciales, en ambas épocas de recolección de los esquejes (figura 9) se puede observar, que los mayores porcentajes de prendimiento se dieron con la aplicación de la fitohormona rapid root (b1), seguido de rootone (b2) y fertifox (b3).

Este efecto se debe a la presencia del ácido indolbutírico IBA en ambas fitohormonas, variando solo en su concentración, que son más estable y menos solubles. En cambio con la fitohormona fertifox (b3) que posee al ácido naftalenacético NAA como ingrediente activo, presenta un menor porcentaje de prendimiento.

La aplicación de las tres fitohormonas en las dos épocas de recolección de esquejes, se tiene los altos porcentaje de prendimiento en la segunda época de recolección (otoño-mayo), esto se atribuye a la acumulación de reservas nutritivas que realiza cada esqueje para entrar a la época de invierno. Coincidiendo con Hartmann y Kesteven (1997), que el enraizamiento de estacas (esquejes) de plantas siempre verdes de hojas angostas, los mejores resultados se obtienen a fines de otoño.

Por los resultados obtenidos, podemos afirmar que éxito de la propagación vegetativa de la k'iswara a partir de esquejes, es necesario considerar los dos factores: tanto épocas de recolección como la aplicación de fitohormonas. Por lo tanto se rechaza, lo afirmado por Aguirre (1988), que el género de la Buddleja no tiene buenos resultados con el uso de fitohormonas, como el rootone, mezclas de ácido indolacético y ácido indolbutírico (AIA-IBA), en comparación al manejo de calendario. Más a lo contrario, ambas son determinantes para el mayor enraizamiento y desarrollo de los esquejes k'iswara. Logrando prendimientos superiores al 65%.

4.2.1. Relación porcentaje de prendimiento vs. altura de esqueje

A partir de los promedios de porcentaje de prendimiento y sus respectivas alturas de los esquejes se mide la relación que existe entre las dos variables.

Cuadro 9 análisis de regresión y correlación entre porcentaje de prendimiento y altura de esqueje

| Descripción | Resultado |
|-----------------------------|---------------------------|
| Intercepto | $a = 35,297$ |
| Coefficiente de regresión | $b = -0,113$ |
| Coefficiente de correlación | $r = -0,351$ |
| Ecuación lineal ajustada | $Y = 35,297 + (-0,113) X$ |

El análisis del cuadro 9, se observa que el coeficiente de regresión tiene un valor de $b = -0,113$ por ciento, en porcentaje de prendimiento lo cual significa que por cada prendimiento de esqueje de k'iswara, se espera una reducción promedio de $-0,113$ centímetros en altura para los esquejes de k'iswara.

El coeficiente de correlación es de $r = -0,351$, el cual representa una correlación negativa y que las variables porcentaje de prendimiento y altura de esqueje son inversamente proporcionales, es decir mientras uno aumenta el otro disminuye (figura 10).

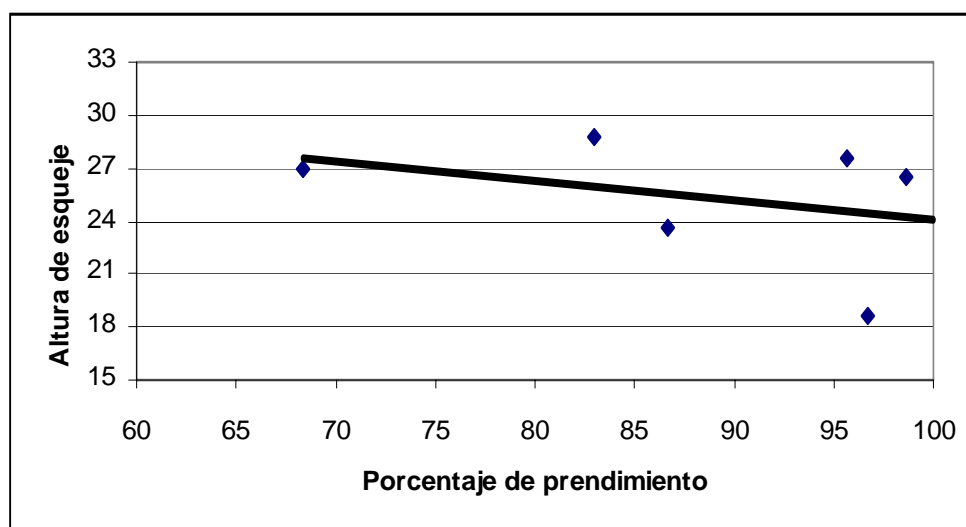


Figura 10. Relación porcentaje de prendimiento y altura de esqueje.

4.2.2. Relación porcentaje de prendimiento vs. longitud de raíz

Con los promedios generales del porcentaje de prendimiento y la longitud de raíz se realiza la comparación entre las dos variables, para establecer la relación entre ambas.

Cuadro 10 análisis de regresión y correlación entre porcentaje de prendimiento y longitud de raíz

| Descripción | Resultado |
|-----------------------------|------------------------|
| Intercepto | $a = 60,929$ |
| Coefficiente de regresión | $b = 2,498$ |
| Coefficiente de correlación | $r = 0,307$ |
| Ecuación lineal ajustada | $Y = 60,929 + 2,498 X$ |

Los resultados expresados el cuadro 10, se observan que el coeficiente de regresión tiene un valor de $b = 2,498$, lo cual significa que por cada centímetro de incremento en la longitud de la raíz, se espera un aumento promedio de 2,498 por ciento en el porcentaje de prendimiento.

En cambio el coeficiente de correlación es de $r = 0,307$, lo cual nos permite afirmar que existe una correlación positiva y que las variables porcentaje de prendimiento y longitud de raíz están altamente asociados y correlacionados, es decir existe dependencia entre las dos variables. La figura 11, presenta la línea ajustada de la relación porcentaje de prendimiento vs. longitud de la raíz.

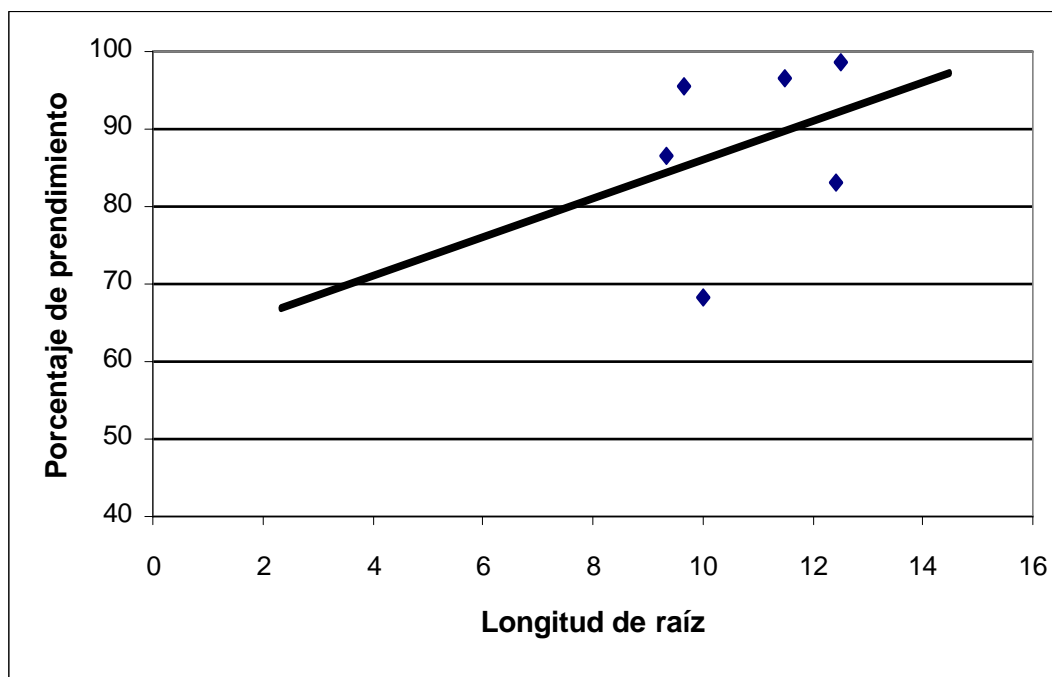


Figura 11. Relación porcentaje de prendimiento vs. longitud de raíz

4.2.3. Relación porcentaje de prendimiento vs. área foliar

Para comparar la estrecha relación que existe entre el porcentaje de prendimiento y el área foliar, se emplea los promedios generales para el cálculo de la regresión y correlación, tal como se muestra en el cuadro 11

Cuadro 11 análisis de regresión y correlación entre porcentaje de prendimiento y el área foliar

| Descripción | Resultado |
|-----------------------------|-----------------------|
| Intercepto | $a = 22,92$ |
| Coefficiente de regresión | $b = 15,65$ |
| Coefficiente de correlación | $r = 0,82$ |
| Ecuación lineal ajustada | $Y = 22,92 + 15,65 X$ |

De acuerdo al cuadro 11, se puede observar que el coeficiente de regresión tiene un valor de $b = 15,70$ el cual significa, que por cada centímetro cuadrado de crecimiento del área foliar, se espera un aumento en el porcentaje de prendimiento de 15.65 por ciento.

El coeficiente de correlación es de $r = 0,82$ el cual nos indica que existe una correlación positiva, en tal sentido las variables porcentaje de prendimiento y el área foliar están altamente asociados es decir que son directamente proporcionales, representada en la figura 12.

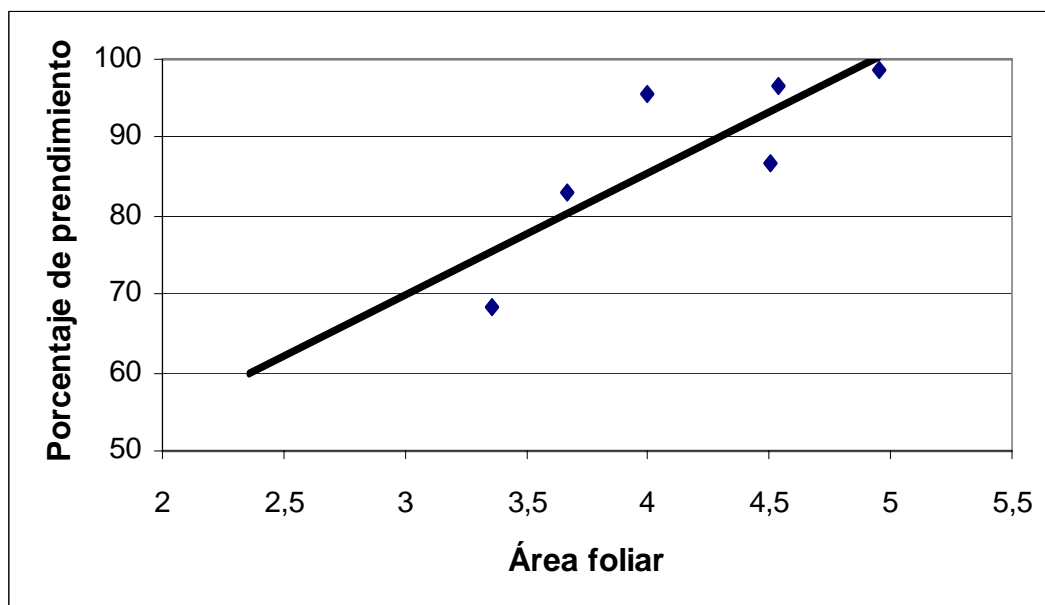


Figura 12. Relación porcentaje de prendimiento y área foliar

4.3. Altura de esqueje

Durante los primeros meses no se observó marcada diferencia, en el crecimiento de los esquejes de k'iswara en ambas épocas de recolección (verano - otoño). A la culminación de la evaluación a los cuatro meses (120 días), se realiza el correspondiente análisis de crecimiento en vivero. Lográndose obtener una altura promedio general durante el experimento de 25.36 cm.

Cuadro 12 ANVA para altura de esqueje a los 120 días de plantación

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _{c.} | F _{t 0.05} | F _{t 0.01} |
|--------------------------------|------|------------|-----------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Bloques | 2 | 38.146484 | 19.073242 | 2.52 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| Factor A (Época) | 1 | 93.388672 | 93.388672 | 12.32 ** | 4.96 | 10.56 |
| Factor B (Fitohormonas) | 2 | 83.750977 | 41.875488 | 5.53 * | 4.10 | 7.56 |
| Interacción AxB | 2 | 27.537109 | 13.768555 | 1.82 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| ERROR | 10 | 75.781250 | 7.578125 | | | |
| TOTAL | 17 | 318.604492 | | | | |

C.V. = 10.86 %

Como se presenta en el cuadro 12 del análisis de varianza, a los 120 días después de la plantación para la altura de esquejes. Se observa que entre bloques y la interacción AxB no presenta diferencias significativas al 5%, es decir que la altura de los esquejes tanto los bloques como la interacción tienen comportamientos similares.

En cambio, existen diferencias altamente significativas, para las épocas de recolección (factor A), lo cual significa que las dos épocas de recolección tienen diferentes comportamientos en el crecimiento del esqueje. Por otro lado presenta diferencia significativa entre fitohormonas comerciales (factor B) al 5%.

Con un coeficiente de variación del 10.86% lo que demuestra el control del experimento y la alta confiabilidad de los resultados.

Cuadro 13 Comparación de medias para altura de esqueje en épocas y fitohormonas

| Duncan $\alpha = 0.05$ | Media Altura de esqueje | Factores | |
|---------------------------|----------------------------|------------------|-----------------|
| | | Época (A) | Fitohormona (B) |
| A | 27.63 | a2 Otoño (May.) | |
| B | 23.07 | a1 Verano (Dic.) | |
| A | 27.87 | | b3 Fertifox |
| A B | 25.60 | | b2 Rootone |
| B | 22.60 | | b1 Rapid root |

La comparación de medias, según Duncan al 0.05 de significancia (cuadro 13), establece diferencias estadísticas entre las dos épocas de recolección de esquejes, para los 120 días después de la plantación. Reportando un mayor crecimiento, la segunda época de otoño del mes mayo con 27.63 cm., seguido de la primera época verano de mes diciembre con 23.07cm.

Esta diferencia podría atribuirse, a que en la época de otoño (mayo) los esquejes recolectados entran durante el invierno a un periodo de hibernación dando paso a la aclimatación y formación de raíces, hasta llegar a principios de la primavera, luego del periodo de reposo de las yemas donde ha sido nulo por el enfriamiento invernal estas se abren con rapidez como respuesta a los días largos y cálidos, existiendo una mayor actividad del cambium.

En cambio los esquejes recolectados en la época de verano diciembre, el periodo de aclimatación solo retardo su crecimiento en altura, pues al ingresar a la época de otoño las yemas entran en un periodo de reposo reduciendo la actividad del cambium.

Confirmando lo señalado por Rojas y Ramírez (1991), que las plantas inician su modificación interna desde el verano y reduce su crecimiento en otoño, debido a los estímulos de los días cortos y las noches frías.

Además la prueba Duncan al 0.05, reporta que las fitohormonas, fertifox y rootone (b3, b2) no difieren significativamente entre sí, para la altura de esquejes. Pero difiere significativamente fertifox (b3) con rapid root (b1). Al mismo tiempo la comparación de medias entre rootone (b2) y rapid root (b1), no presenta diferencias estadísticas, teniendo acciones similares en los esquejes de k'iswara, para el crecimiento de altura.

Esto se debe fundamentalmente a la acción del ingrediente activo y su concentración con que actúa cada fitohormona comercial. Si bien todos son de origen auxínico, no todas tienen la misma acción. En este caso el ácido naftalenacético NAA, estimula en el desarrollo del esqueje. Por tal razón fertifox y rootone que tienen al ácido naftalenacético NAA, presentan los mayores crecimientos en altura, en comparación al rapid root. Ver cuadro 2 composición de las fitohormonas específicas.

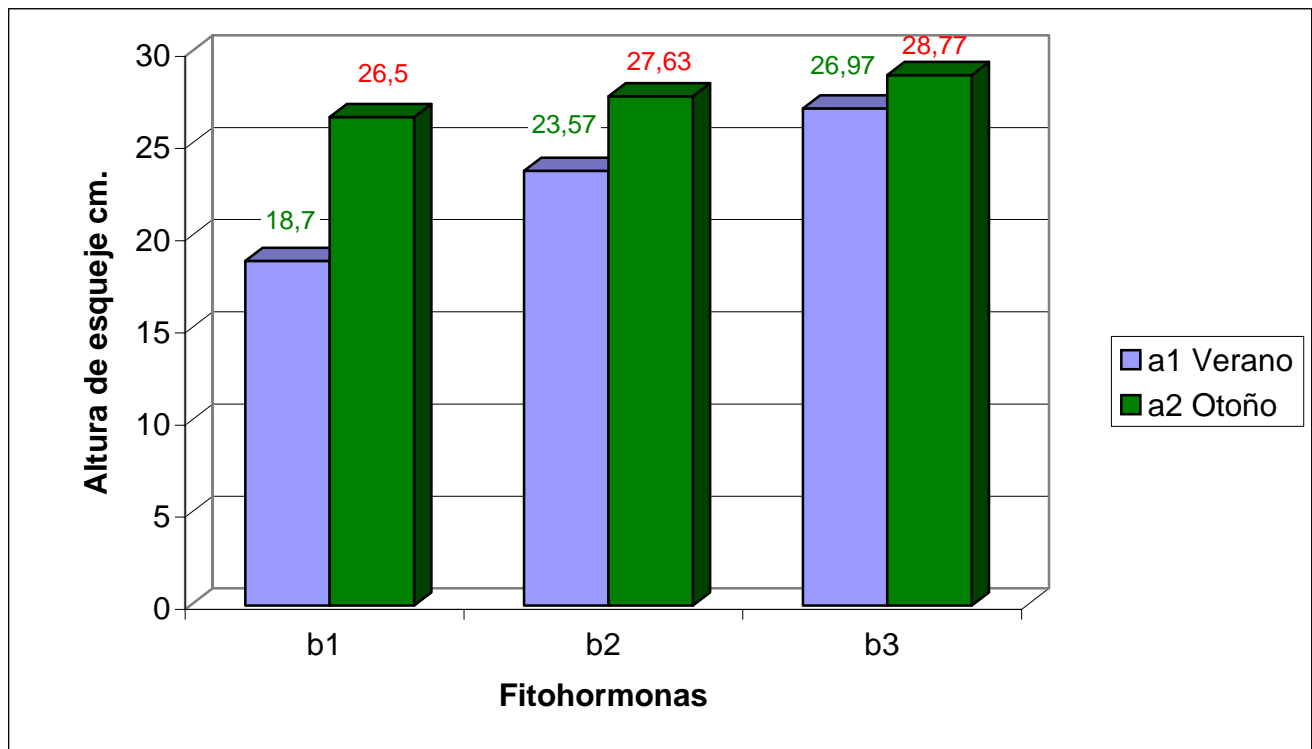


Figura 13. Comparación de medias entre los seis tratamientos para la altura de esqueje

Para los 6 tratamientos, representadas en la figura 13, se evidencia que los mejores crecimientos en altura de planta, se obtuvieron con la aplicación las fitohormonas fertifox (b3), seguido de rootone (b2) y finalmente rapid root (b1), en ambas épocas de recolección de esquejes (factor A).

Al mismo tiempo se observa que la aplicación de las tres fitohormonas (factor B), la segunda época de recolección de esquejes, otoño (a2), presenta los mayores crecimientos en altura.

De la figura 13, se puede observar con más claridad cual son las mejores combinaciones, para obtener un mayor crecimiento y desarrollo de los esquejes de k'iswara. Entre estos podemos citar al: a2b3 (otoño, fertifox), a2b2 (otoño, rootone), a1b3 (verano, fertifox) y a2b1 (otoño, rapid root) con desarrollos superiores a 25cm.

En cambio los tratamientos a1b2 (verano, rootone), a1b1(verano, rapid root), presentaron un menor desarrollo y crecimiento de los esquejes de k'iswara, esto no se debe a las fitohormonas, más bien a la época de recolección y al estado fisiológico de las platas madres en el momento de la extracción, más no se recomienda realizar la recolección de esquejes en la época de verano.

4.3.1 Variación de altura en esquejes de K'iswara durante los 120 días

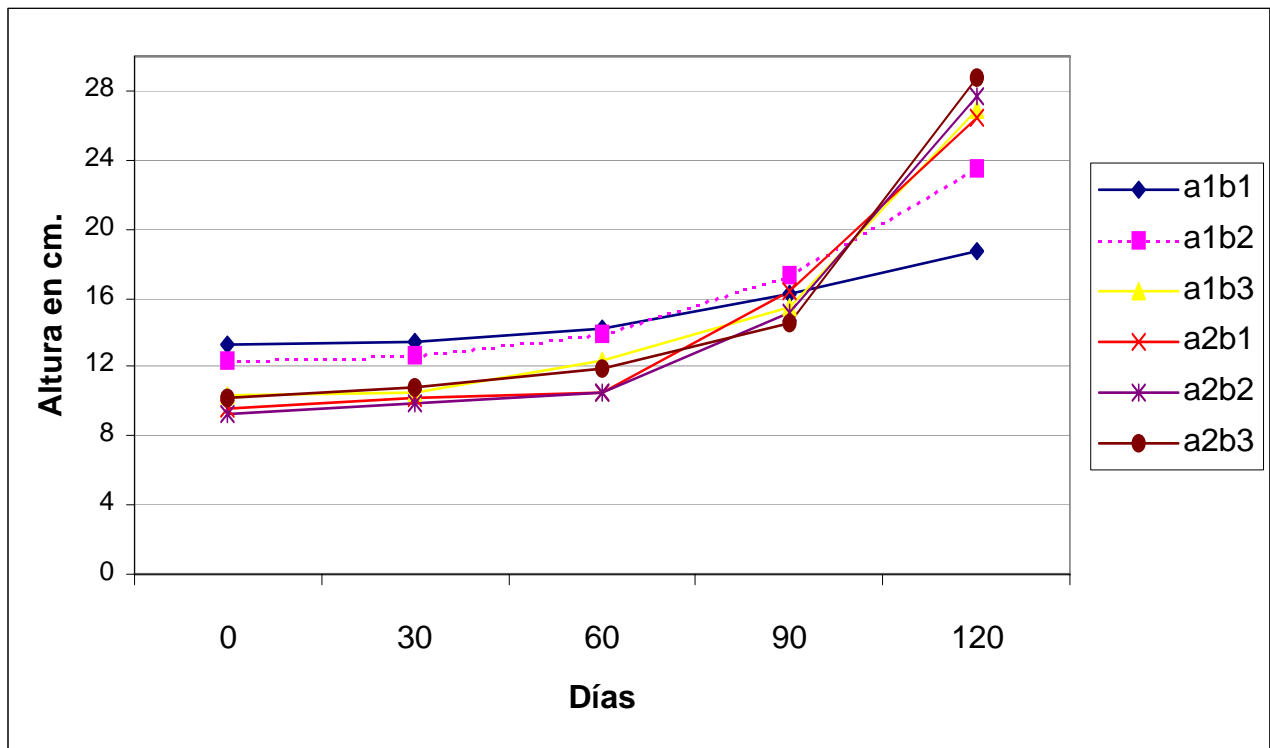


Figura.14 Curva de crecimiento de los seis tratamientos cada 30 días.

El crecimiento de la altura de los esquejes de k'iswara, tuvo su inicio a partir de los 90 a los 120 días, esto podría deberse al periodo de aclimatación que entran los esquejes, la falta de fotosíntesis y viviendo solo de sus reservas nutritivas, situación por la cual no se registraron cambios tanto con la plantación realizada en diciembre de 2003, como en mayo de 2004 en los primeros 60 días.

Este crecimiento de los esquejes de k'iswara es más notable a partir de los 90 días, por existir fotosíntesis, y la preformación de las raíces adventicias que entra en contacto con el sustrato. Esta variación de crecimiento de altura a la ultima evaluación en vivero, se tiene como promedio general de 25.36 cm., Valor superior a los 24.78 cm., bajo las mismas condiciones y tiempo de evaluación, obtenidos y reportados por Ledezma (1998), en los viveros de Vinto. Los cuales podría atribuirse, al comportamiento silvicultural propia de cada especie, determinada por las características genéticas, así también la época de recolección de esquejes, realizada en primavera y el uso de reguladores de crecimiento a base del ácido indolbutírico IBA con bajas concentraciones.

4.3.2. Relación de altura de esqueje vs. Número de hojas

A partir de los promedios generales de altura de esqueje y numero de hojas por esqueje, se busca la relación que existe entre ambas variable.

Cuadro 14 análisis de regresión y correlación entre la altura de esqueje y número de hojas

| Descripción | Resultado |
|-----------------------------|-------------------------|
| Intercepto | $a = 25,30$ |
| Coefficiente de regresión | $b = -0,24$ |
| Coefficiente de correlación | $r = -0,35$ |
| Ecuación lineal ajustada | $Y = 25,30 + (-0,24) X$ |

A partir de los resultados obtenidos en el cuadro 14, se puede apreciar que el coeficiente de regresión tiene un valor de $b = -0,24$ dando una regresión negativa simple, lo cual significa que por cada centímetro de altura de esqueje se espera una disminución de 0,24 hojas por esqueje de k'iswara.

En cambio el coeficiente de correlación $r = -0,35$, representa una correlación negativa y que las variables altura de esqueje y número de hojas son inversamente proporcionales, es decir a mayor altura menor número de hojas.

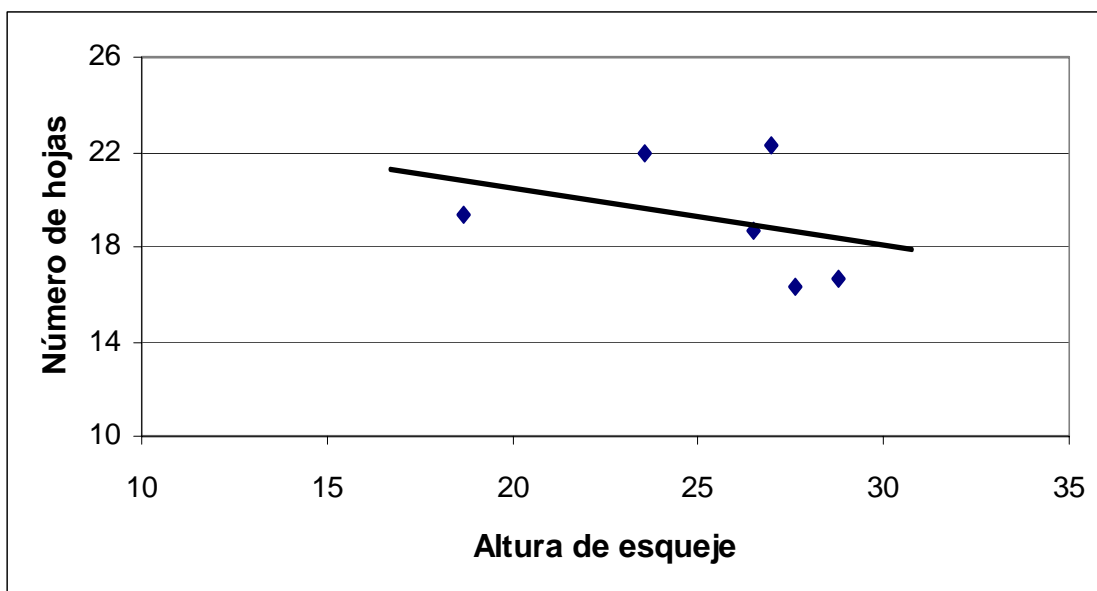


Figura. 15 Relación altura de esqueje vs. Número de hojas

4.3.3. Relación altura de esqueje vs. número de brotes

Para comprobar la relación que existe entre ambas variables se realiza los cálculos correspondientes del coeficiente de regresión y coeficiente de correlación.

Cuadro 15 análisis de regresión y correlación entre la altura de esqueje y número de brotes

| Descripción | Resultado |
|----------------------------|----------------------|
| Intercepto | $a = -2,54$ |
| Coeficiente de regresión | $b = 0,29$ |
| Coeficiente de correlación | $r = 0,68$ |
| Ecuación lineal ajustada | $Y = -2,54 + 0,29 X$ |

La interpretación de los resultados del cuadro 15, se observa que el coeficiente de regresión es de $b = 0,29$ en altura de esqueje, lo cual significa que por cada centímetro de crecimiento en el esqueje, se espera un aumento de 0,29 brotes.

Para el coeficiente de correlación $r = 0,68$ representa una correlación positiva donde la variable altura de esqueje y número de brotes está altamente asociados y correlacionados, es decir que existe dependencia entre ambos. La figura 16 presenta la línea ajustada de la relación altura de esqueje vs. número de brotes.

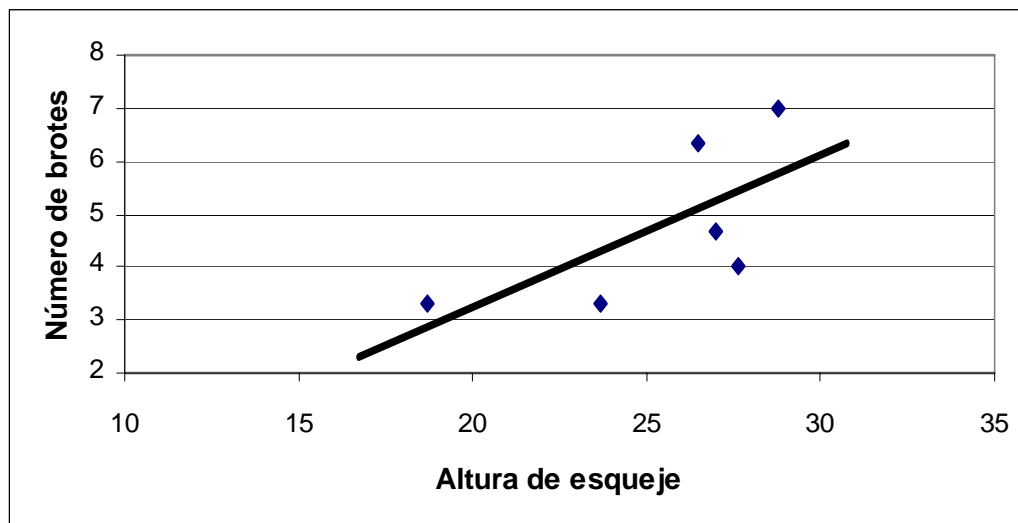


Figura. 16 Relación altura de esquejes vs. número de brotes

4.4. Número de hojas

Para la evaluación de esta variable, se toma en cuenta a las hojas que están bien diferenciados. A partir de la plantación hasta los 120 días que duro la investigación. Lográndose obtener un promedio general 19.2 hojas por planta.

Cuadro 16 ANVA para el número de hojas a 120 días de plantación

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _c . | F _{t 0.05} | F _{t 0.01} |
|--------------------------------|------|------------|-----------|------------------|---------------------|---------------------|
| Bloques | 2 | 6.326172 | 3.163086 | 0.65 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| Factor A (Época) | 1 | 80.179688 | 80.179688 | 16.58 ** | 4.96 | 10.56 |
| Factor B (Fitohormonas) | 2 | 0.333008 | 0.166504 | 0.03 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| Interacción AxB | 2 | 18.807129 | 9.403564 | 1.95 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| ERROR | 10 | 48.346680 | 4.834668 | | | |
| TOTAL | 17 | 153.992676 | | | | |

C.V. = 11.37 %

De acuerdo al análisis de varianza para el número de hojas por esquejes a los 120 días después de la plantación, representado en el cuadro 16, se puede afirmar que presenta diferencias altamente significativas a un nivel del 1%, para el factor épocas de recolección de esquejes. Lo que significa que la época de recolección influye para obtener un mayor o menor número de hojas.

En cambio no se presentaron diferencias significativas tanto para el factor de las fitohormonas comerciales, la interacción y los bloques, esto podría deberse a que todas las fitohormonas tienen el mismo efecto en la emisión de sus hojas.

Con un coeficiente de variación de 11.37%, el mismo que se encuentra dentro del rango de aceptación para este tipo de experimentos.

Cuadro 17 Comparación de medias para número de hojas tanto en épocas y fitohormonas

| Duncan $\alpha = 0.05$ | Media Número de hojas | Factores | |
|---------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| | | Época (A) | Fitohormona (B) |
| A | 21.21 | a2 Otoño (May.) | |
| B | 17.23 | a1 Verano (Dic.) | |
| A | 19.50 | | b3 Fertifox |
| A | 19.17 | | b2 Rootone |
| A | 19.00 | | b1 Rapid root |

Por los resultados obtenidos y reportados en el cuadro 17, comparación de medias según la prueba Duncan a un nivel del 0.05, se puede afirmar que existe diferencia estadística entre ambas épocas de recolección (factor A), para el número de hojas. Por tal razón la segunda época (otoño, mayo), posee un promedio de 21.21 hojas por esqueje, superando a la primera época (verano, diciembre) que solo alcanzó 17.23 hojas.

Esto se debe, a que en verano las plantas madres se encuentran con una mayor actividad fisiológica.

Pues en el momento de la extracción y trasplante de los esquejes, sus yemas reaccionan abriéndose con rapidez formando nuevas hojas, donde estos empiezan a transpirar y remover la humedad antes que tenga la oportunidad de formar sus raíces, por lo general ocurre los primeros meses y mueren con rapidez, los sobrevivientes al llegar al otoño sus yemas entran en reposo, disminuyendo el desarrollo de las hojas. En cambio los esquejes extraídos en otoño, entran en reposo, durante el invierno, y al llegar a la primavera se reactiva todo el proceso fisiológico del esqueje, donde las yemas se abren con mayor rapidez para formar nuevas hojas. Favorecida por la temperatura y las horas luz. Confirmando lo señalado por Rodríguez (1991), que muchos árboles de las regiones templadas, sus yemas entran en la fase de reposo a finales de verano y abandonan este estado, a principios de la primavera para formar hojas y flores.

Para las fitohormonas comerciales (factor B), la prueba Duncan del cuadro 17, confirma lo obtenido en el cuadro 16, que no existe diferencias significativas, con el empleo de las distintas fitohormonas, para el número de hojas. Debido a que las tres fitohormonas de origen auxínico con diferentes ingredientes activos y concentraciones, tiene la misma acción de estimular el desarrollo de las hojas, actuando en una interacción entre el organismo y el medio, tal como lo afirma Hartmann y Kester (1997).

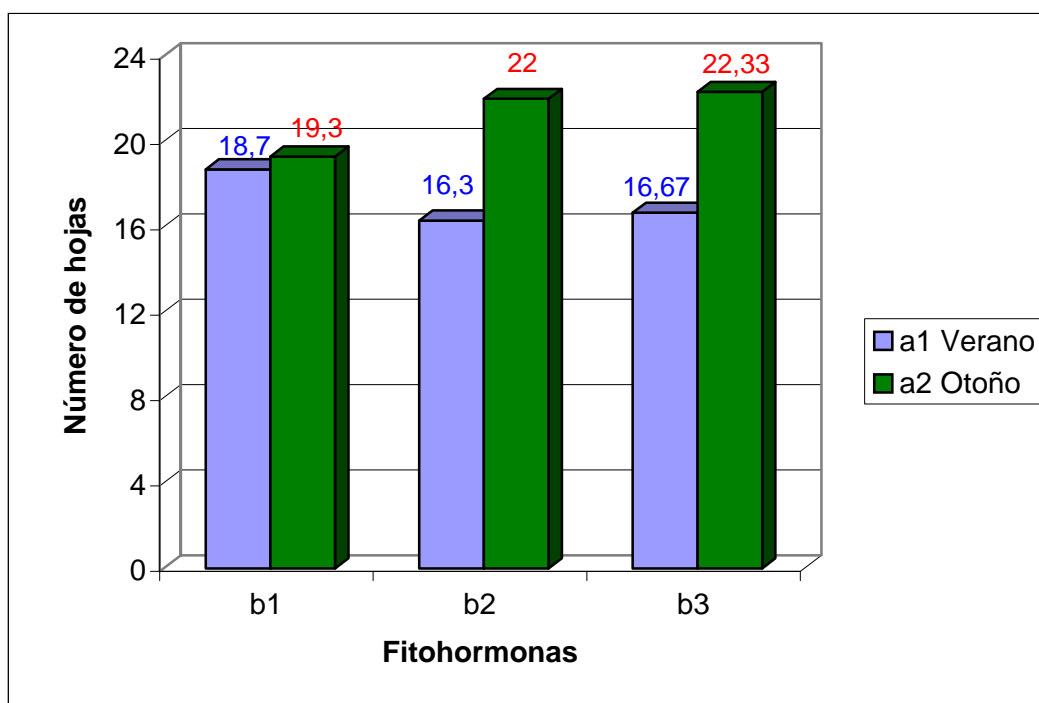


Figura 17. Comparación de medias entre los tratamientos para el número de hojas

La figura 17 nos muestra que los tratamientos que lograron mayor número de hojas por esqueje, a la última evaluación fueron: a2b3 (otoño, fertifox) y a2b2 (otoño, rootone), debido a la presencia del ácido naftalenacético NAA como ingrediente activo en ambas fitohormonas, solo variando su concentración. Mientras los tratamientos a1b3 (verano, fertifox), a2b2 (verano, rootone), alcanzaron por debajo de las 20 hojas por esqueje, influyendo directamente la época de recolección, en cambio con la fitohormona rapid root se obtuvo menor número de hojas en ambas épocas, confirmando su acción en la formación de la raíz.

Sin embargo, para una mayor formación de hojas, es necesario recolectar los esquejes de k'iswara con una mayor superficie de vástago. Donde exista una mayor formación de yemas caulinares que originan nuevas hojas.

4.5. Número de brotes

Para señalar los efectos de la época de recolección, con la aplicación de las distintas fitohormonas, para número de brotes. Se realizó una evaluación a los 120 días después de la plantación, lográndose obtener una media general de 4.78 brotes por esqueje.

Cuadro 18 ANVA de número de brotes a los 120 días de plantación

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _{c.} | F _{t 0.05} | F _{t 0.01} |
|--------------------------------|------|-----------|-----------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Bloques | 2 | 1.444458 | 0.722229 | 1.00 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| Factor A (Época) | 1 | 18.000000 | 18.000000 | 24.92 ** | 4.96 | 10.56 |
| Factor B (Fitohormonas) | 2 | 14.111115 | 7.055557 | 9.77 ** | 4.10 | 7.56 |
| Interacción AxB | 2 | 4.333313 | 2.166656 | 3.00 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| ERROR | 10 | 7.222229 | 0.722 223 | | | |
| TOTAL | 17 | 45.111115 | | | | |

C.V. = 17.79 %

De acuerdo al análisis de varianza (cuadro 18), para el número de brotes a los 120 días después de la plantación. Se observa que no se registraron diferencias significativas entre bloques y la interacción AxB, al 5%, esto nos revela que los resultados son similares en los diferentes bloques y tratamientos.

Para la época de recolección (factor A) y fitohormonas comerciales (factor B), sí existen diferencias altamente significativas, al 1%, esto significa que tanto la fitohormona como la época de recolección tiene distintos efectos, en el número de brotes.

Con un coeficiente de variación del 17.79%, el mismo que se encuentra dentro del rango de aceptación para este tipo experimentos.

Cuadro 19 Comparación de medias para número de brotes tanto en épocas y fitohormonas

| Duncan $\alpha = 0.05$ | Media Número de brotes | Factores | |
|---------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|
| | | Época (A) | Fitohormona (B) |
| A | 5.78 | a2 Otoño (May.) | |
| B | 3.78 | a1 Verano (Dic.) | |
| A | 5.83 | | b3 Fertifox |
| B | 4.83 | | b1 Rapid root |
| C | 3.66 | | b2 Rootone |

Para tener más clara las diferencias entre los resultados, se realizó la prueba Duncan a un nivel de 0.05 de significación para esquejes de k'iswara como se muestra en el cuadro 19, presentando diferencia estadística en la época de recolección, para el número de brotes. Logrando un mayor número de brotes en la época de otoño, mayo con 5.78 brotes por esqueje y la época de verano, diciembre con 3.78 brotes por esqueje.

Esto se atribuye, a que medida que van enraizando los esquejes de k'iswara, crecen los brotes, es decir cuando un esqueje tiene brotes significa que ha enraizado.

Por tal razón los esquejes extraídos en la época de otoño, durante todo el invierno sus yemas se encuentran en reposo donde van formando sus raíces, estos al llegar a la primavera sus yemas se abren para formar los nuevos brotes, llegando a comprender que las altas temperaturas del aire estimulan el desarrollo de las yemas. Tal como lo indican Hartmann y Kester (1997), que la variación de temperatura, afecta al metabolismo fisiológico de la planta.

En el caso de las fitohormonas comerciales (factor B), de acuerdo con la prueba Duncan del cuadro 19, se afirma que son estadísticamente diferentes, en cuanto al número de brotes por esqueje. La mayor presencia de brotes se obtuvo con la fitohormona fertifox (b3), seguido de rapid root (b1) y finalmente rootone respectivamente.

Estas diferencias se dan fundamentalmente por dos razones: primero, por el ingrediente activo que posee cada fitohormona, vale decir que el ácido naftalenacético NAA, tiene una mejor respuesta a la formación de brotes, en comparación al ácido indolbutírico IBA, o la combinación de ambas. Y en segunda instancia, la época de recolección de los esquejes de k'iswara, produce las diferencias en el número de brotes por esqueje.

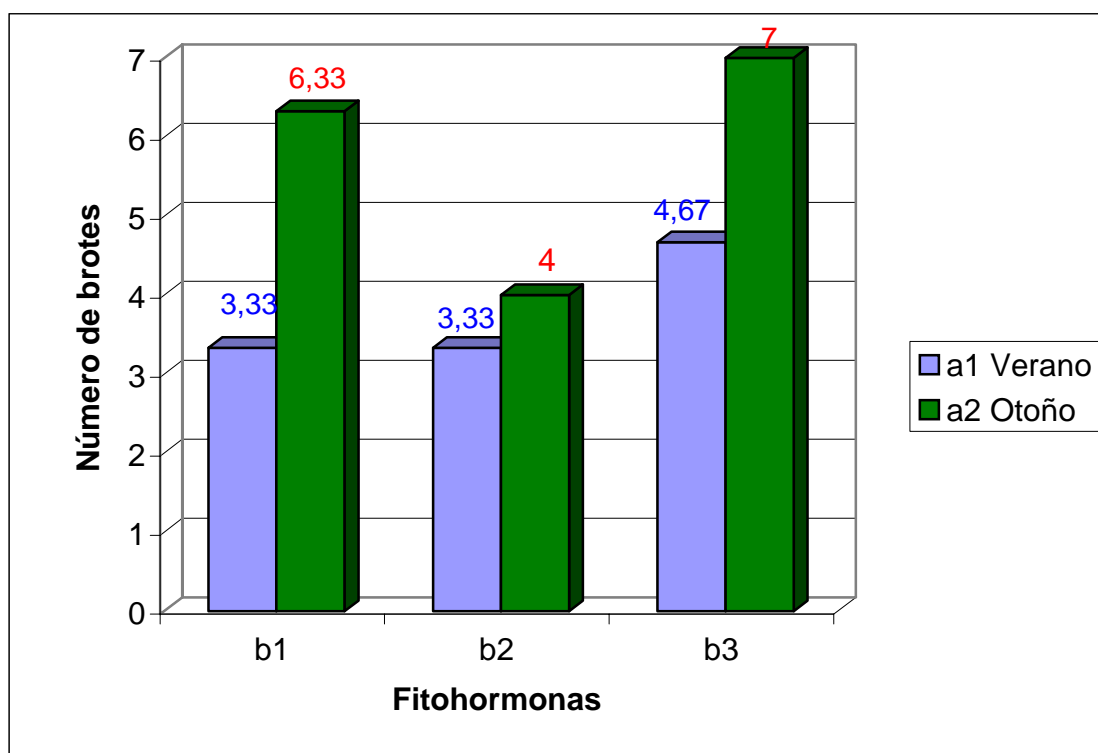


Figura 18. Comparación de medias entre los tratamientos para el número de brote

La comparación de medias para los seis tratamientos de la figura 18, se observa con mayor claridad las diferencia que existe en cada combinación. La segunda época de recolección de esquejes presenta un mayor número de brotes por cada planta que corresponde a otoño, con aplicación de las fitohormonas fertifox y rapid root, con ingredientes activos a base del ácido naftalenacético NAA y ácido indolbutírico IBA.

En cambio para la fitohormona rootone presenta un menor número de brotes en ambas épocas, debido principalmente a la participación de los ingredientes activos tanto del ácido naftalenacético NAA como del ácido indolbutírico IBA, demostrando de esta manera que ambos factores dependen entre así.

Rechazando lo manifestado por Rojas y Ramírez (1991), que el uso del ácido naftalenacético ANA, al 1% reduce la aparición de brotes. Esto no sucede, más a lo contrario existe un mayor número de brotes, probablemente esto ocurra cuando se aplica a las raíces de árboles y arbustos. Esta reducción de brotes se presenta con la aplicación de forma combinada del ácido naftalenacético NAA y el ácido indolbutírico IBA, contiene la fitohormona comercial rootone.

4.6. Longitud de raíz

La evaluación de la longitud de raíz, se lo realizo a los 120 días después de la plantación, obteniendo un promedio general de crecimiento de 10.9 cm. por planta.

Cuadro 20 ANVA para longitud de raíz a los 120 días

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _c . | F _{t 0.05} | F _{t 0.01} |
|--------------------------------|------|-----------|----------|------------------|---------------------|---------------------|
| Bloques | 2 | 2.861084 | 1.430542 | 2.93 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| Factor A (Época) | 1 | 7.031250 | 7.031250 | 14.38 ** | 4.96 | 10.56 |
| Factor B (Fitohormonas) | 2 | 19.590332 | 9.795166 | 20.04 ** | 4.10 | 7.56 |
| Interacción AxB | 2 | 3.395752 | 1.697876 | 3.47 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| ERROR | 10 | 4.888916 | 0.488892 | | | |
| TOTAL | 17 | 37.767334 | | | | |

C.V. = 6.41 %

Por lo que se muestra en el análisis de varianza del cuadro 20, para la longitud de raíz. Se presenta diferencias altamente significativas para los factores épocas de recolección (factor A) y fitohormonas comerciales (factor B) al 1%.

El tal efecto se puede afirmar que, tanto la época de recolección como las fitohormonas influyen en la longitud de la raíz. Más a lo contrario sucede con los bloques y la interacción (AxB), que no presentan diferencias significativas al 5%.

Un coeficiente de variación de 6.41%, que se encuentra dentro del rango de aceptación, para experimentos de tipo agrícola forestal. Confirma confiabilidad de los datos.

Cuadro 21 Comparación de medias para longitud de raíz dentro de épocas y fitohormonas

| Duncan $\alpha = 0.05$ | Media Longitud de raíz | Factores | |
|---------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|
| | | Época (A) | Fitohormona (B) |
| A | 11.53 | a2 Otoño (May.) | |
| B | 10.28 | a1 Verano (Dic.) | |
| A | 12.00 | | b1 Rapid root |
| A | 11.21 | | b3 Fertifox |
| B | 9.50 | | b2 Rootone |

La comparación de medias según Duncan (cuadro 21), nos muestra que existen diferencias estadísticas, para las épocas de recolección de los esquejes. Obteniendo un mayor desarrollo radicular de 11.53 Cm. en la segunda época de recolección (otoño) del mes de mayo, con relación a la primera época (verano) de diciembre con 10.28 cm.

Esto se debe a que los esquejes recolectados en otoño, pasan todo el tiempo de aclimatación durante el invierno, promoviendo la formación de las raíces, para llegar a la primavera y poder desarrollar con mayor rapidez las raíces preformadas, a través de la fotosíntesis que realizan las hojas, con advenimiento de los días cálidos y los días largos.

En cambio para la época de verano sucede todo lo contrario, donde el periodo de crecimiento, coincide con la época otoño donde los esquejes entran en reposo, deteniéndose temporalmente el crecimiento, por falta de algún factor interno indispensable, como la reducción de la actividad metabólica que es relativamente independiente a las condiciones ambientales.

La prueba Duncan para fitohormonas comerciales del cuadro 21, nos aclara las diferencias que existe entre ellas. Con la aplicación de las fitohormonas rapid root y fertifox se obtuvieron las mayores longitudes de raíz, no existiendo diferencias entre ambas a un nivel de significancia del 0.05, en cambio ambos son significativamente diferentes a la fitohormona rootone.

La similitud de los resultados para las fitohormonas rapid root y fertifox, se debe principalmente a la acción del ingrediente activo de ambos productos, existiendo una mayor efectividad en forma independiente tanto del ácido indolbutírico IBA y ácido naftalenacético ANA ambos de origen auxínico, estimulando el desarrollo de las raíces en ambas épocas.

Para es caso de la fitohormona rootone que tiene una menor longitud de raíz, se debe esencialmente a su composición combinada del ácido indolbutírico y ácido naftalenacético IBA-ANA, con distinta proporción en sus concentraciones. Esto hace suponer que a diferentes concentraciones no favorece al desarrollo de las raíces.

En cambio se han logrado mejores resultados cuando las combinaciones del ácido indolbutírico y ácido naftalenacético IBA-ANA, tienen las mismas proporciones en el momento de aplicar a las partes vegetativas (Hartmann y Kester 1997). Esta aseveración es confirmada con el trabajo realizado ya que con proporciones diferentes tanto del ácido indolbutírico IBA y ácido naftalenacético ANA ambos de origen axínico como el caso del rootone se obtiene un menor desarrollo de las raíces, como se muestra en el cuadro 2 composición de las fitohormonas.

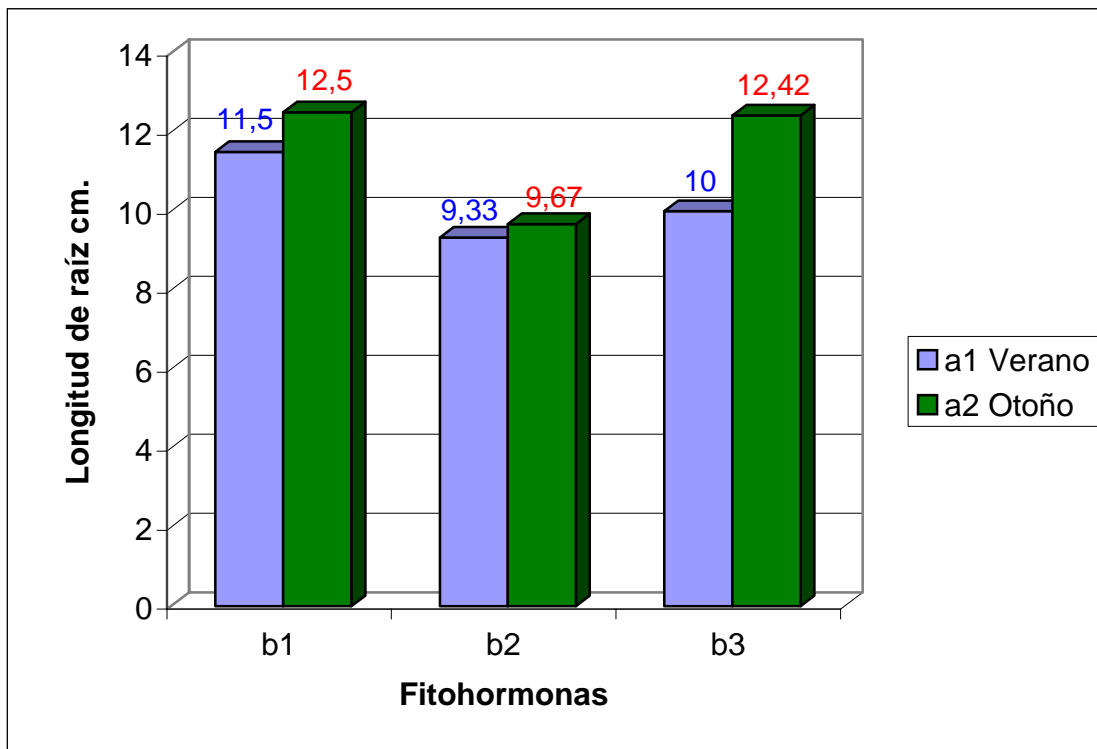


Figura 19. Comparación de medias entre los seis tratamientos para longitud de raíz

La comparación de medias de los seis tratamientos representada en la figura 19, se advierte que la segunda época de recolección (otoño, mayo), se lograron las mayores longitudes de raíz, con la aplicación de las fitohormonas comerciales rapid root (b1) y fertifox (b3), por efecto de la acción de los ingredientes activos que posee cada una de ellas, contribuyendo también la temperatura promedio del suelo.

En cambio para el rootone, se observa que en ambas épocas de recolección se obtuvo un menor crecimiento de las raíces, debido principalmente a la desigual proporción de sus ingredientes activos tanto el ácido indolbutírico y ácido naftalenacético IBA-ANA, así también el estado fonológico y fisiológico de la palta madre.

4.7. Diámetro de esqueje

La evaluación del incremento en diámetro, de los esquejes de k'iswara a los 120 días después de la plantación, con relación a las épocas de recolección, y a la acción de las distintas fitohormonas comerciales, se obtuvo el siguiente resultado.

Cuadro 22 ANVA para diámetro de esquejes a 120 días

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _c . | F _{t 0.05} | F _{t 0.01} |
|--------------------------------|------|----------|----------|------------------|---------------------|---------------------|
| Bloques | 2 | 0.000712 | 0.000356 | 2.03 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| Factor A (Época) | 1 | 0.000139 | 0.000139 | 0.79 n.s. | 4.96 | 10.56 |
| Factor B (Fitohormonas) | 2 | 0.001378 | 0.000689 | 3.92 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| Interacción AxB | 2 | 0.000178 | 0.000089 | 0.51 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| ERROR | 10 | 0.001755 | 0.000175 | | | |
| TOTAL | 17 | 0.004161 | | | | |

C.V. = 4.05 %

De acuerdo al análisis de varianza del cuadro 22, para el diámetro del esqueje, realizada en la última evaluación a los 120 días después de la plantación. Se demuestra que no existen diferencias significativas a un nivel del 5%, tanto para los bloques, épocas de recolección (factor A), fitohormonas comerciales (factor B) e incluso la interacción AxB.

Esto significa que durante el periodo de la investigación que duro 120 días, no hubo crecimiento en el diámetro del esqueje de la k'iswara, debido a que estos factores son independientes y no influye en el diámetro del esqueje. Sin embargo a partir del sexto mes se pudo observar el aumento del diámetro de los esquejes. De esta manera se confirma lo señalado por Nina (2002), que las diferentes especies forestales, empiezan a desarrollar en diámetro, a partir del séptimo mes y que el aumento del diámetro no esta en función al crecimiento longitudinal de la planta.

El coeficiente de variación para esta variable es de 4.05% el mismo que esta dentro del rango de aceptación.

4.8. Área foliar

La medición del área foliar de los esquejes de k'iswara, se realizo en la última evaluación que fue a los 120 días. Para observar los efectos que causan los dos factores como la época de recolección (factor A) y las fitohormonas comerciales (factor B), en estudio. Presentando un promedio general de 4.17 cm².

Cuadro 23 ANVA para área foliar a los 120 días

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _c | F _{t 0.05} | F _{t 0.01} |
|--------------------------------|------|----------|----------|----------------|---------------------|---------------------|
| Bloques | 2 | 0.638031 | 0.319016 | 3.15 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| Factor A (Época) | 1 | 0.023682 | 0.023682 | 0.23 n.s. | 4.96 | 10.56 |
| Factor B (Fitohormonas) | 2 | 4.636627 | 2.318314 | 22.89 ** | 4.10 | 7.56 |
| Interacción AxB | 2 | 0.765808 | 0.382904 | 3.78 n.s. | 4.10 | 7.56 |
| ERROR | 10 | 1.012909 | 0.101291 | | | |
| TOTAL | 17 | 7.077057 | | | | |

C.V. = 7.63 %

El análisis de varianza del cuadro 23, se observa los siguientes resultados: no existen diferencias significativas entre bloques, épocas de recolección (factor A) y la interacción AxB, esto significa que la época de recolección no influye en el área foliar, así también con los diferentes tratamientos.

Pero sí existen diferencias altamente significativas al 1% de significación, para las fitohormonas comerciales (factor B), el cual nos señala que cada fitohormona, tiene distinta acción en los esquejes de k'iswara, para el área foliar.

Los datos son confiables puesto que se tiene un coeficiente de variación del 7.63%, considerado aptas para experimentos, agrícola forestal.

Cuadro 24 Comparación de medias para área foliar para épocas y fitohormonas

| Duncan $\alpha = 0.05$ | Media Área foliar | Factores | |
|---------------------------|----------------------|------------------|-----------------|
| | | Época (A) | Fitohormona (B) |
| A | 4.21 | a2 Otoño (May.) | |
| A | 4.13 | a1 Verano (Dic.) | |
| A | 4.75 | | b1 Rapid root |
| B | 4.25 | | b2 Rootone |
| C | 3.51 | | b3 Fertifox |

De acuerdo a la prueba Duncan, análisis de media para las épocas de recolección de esquejes de k'iswara del cuadro 24, se confirma que no existen diferencias estadísticas para la área foliar. Siendo indiferente la época recolección.

En cambio la comparación de medias según la prueba Duncan al 0.05 de significación para las fitohormonas comerciales (factor B), se afirma que son estadísticamente diferentes, en cuanto al área foliar. Logrando una mayor área foliar con la fitohormona rapid root con 4.75 cm² seguido de rootone con 4.25 cm² finalmente fertifox con 3.51 cm².

Esto se atribuye a la acción del ingrediente activo que contiene cada fitohormona, como es el caso del rapid root que esta a base del ácido indolbutírico IBA, que estimula el desarrollo de las raíces. Así también, como la concentración que presenta cada ingrediente activo, dentro de cada fitohormona comercial.

Por los resultados obtenidos podemos afirmar, que la mejor fitohormona comercial, para lograr una mayor área foliar, en un mismo lapso de tiempo, es con la aplicación de la fitohormona rapid root superando al rootone y fertifox. Existiendo una dependencia directa con el porcentaje de prendimiento.

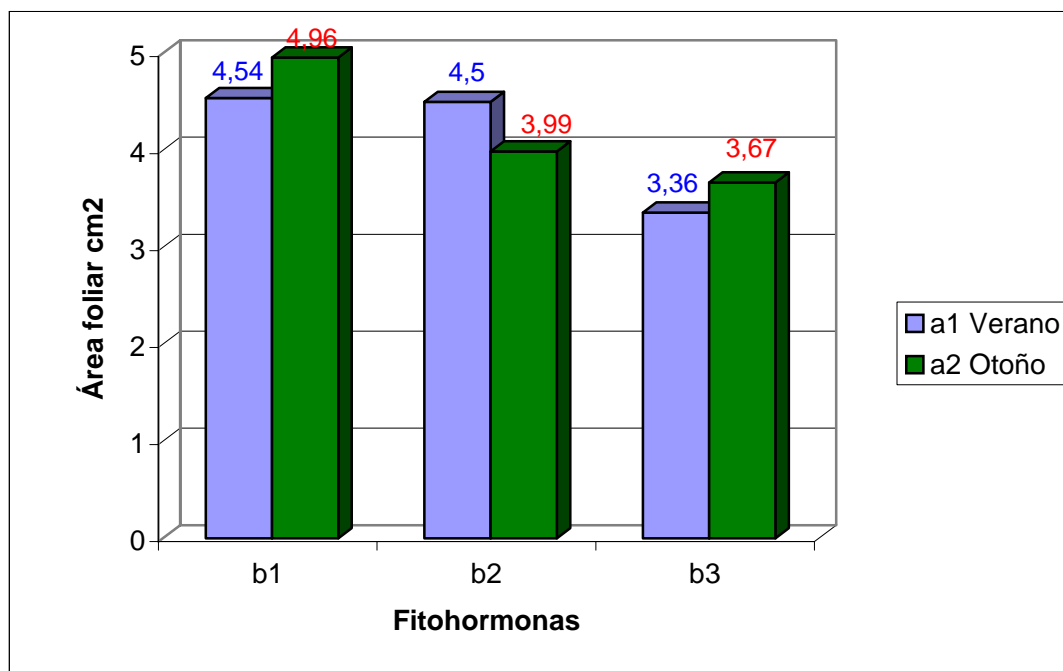


Figura 20. Comparación de medias entre los seis tratamientos para área foliar

La comparación de medias para los seis tratamientos de la figura 20, se puede señalar que en ambas épocas las mejor combinaciones, para obtener una mayor área foliar es con la aplicación de la fitohormona comercial rapid root, que tiene como ingrediente activo al ácido indolbutírico IBA, seguido del rootone con ingredientes activos a base del ácido indolbutírico IBA y el ácido naftalenacético NAA, finalmente el fertifox a base del ácido naftalenacético NAA como ingrediente activo.

La acción de las tres fitohormonas comerciales en ambas épocas, tuvo similar respuesta, con excepción del rootone, que obtuvo una mejor respuesta en la primera época. Atribuyéndose esta respuesta a las condiciones morfológicas y fisiológicas, tanto de la planta madre como de los esquejes.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos y las variables estudiadas sobre la propagación vegetativa de la k'iswara, bajo dos épocas de recolección de esquejes, con la aplicación de tres fitohormonas comerciales. Se llega a las siguientes conclusiones:

- 5.1. La evaluación del porcentaje de prendimiento de los esquejes de k'iswara, a los 120 días después del trasplante, se logra obtener un promedio general de 88,17%, mostrando diferencias en las dos épocas de recolección. Para el caso de otoño se obtuvo un 92,44% y para verano 83,88% esta podría deberse a las condiciones fisiológicas tanto de la plata madre (clones), esquejes (clon) y del microclima proporcionado para tal efecto.
- 5.2. Para el caso de las fitohormonas comerciales los mayores prendimientos se logran, con la aplicación de la fitohormona rapid root con 97,66%, seguido de rootone con 91,16 y finalmente fertifox con 75,66%. Estas diferencias son debidas fundamentalmente el ingrediente activo y su concentración que posee cada fitohormona.
- 5.3. En cambio la mejor combinación entre los factores durante el periodo de enraizamiento en vivero, se destaca los tratamientos a2 b1 (otoño-rapid root), con 98,67%, seguido de a1 b1 (verano-rapid root) con 96,67%. En ambos casos en ingrediente activo ácido indolbutírico IBA y su concentración, fueron determinantes en los resultados obtenidos. Finalmente el tratamiento a2 b2 (verano-rootone) que alcanzo un 95,67%, son los que dieron por encima de los 90% de prendimiento.
- 5.4. El crecimiento de los esquejes de k'iswara, alcanza una altura promedio general de 25,36 cm., presentando diferencias entre las épocas de recolección. Donde la segunda época otoño (mayo), se logra una altura de 27,63 cm., en cambio en verano (diciembre) alcanza 23,01 cm., debido fundamentalmente a la acción de los días cortos y las noches frías.

- 5.5.** La acción de las fitohormonas con respecto a la altura de esqueje (clon), se tiene al fertifox con 27,87 cm., seguido de rootone 25,60 cm. y finalmente rapid root con 22,60 cm. Este resultado se atribuye al estímulo del ingrediente activo (ácido naftalenacético NAA) en los esquejes.
- 5.6.** Para el número de hojas, se obtuvo un promedio general de 19,2 hojas por esqueje, destacándose con la aplicación de la fitohormona fertifox con 22,33 hojas, seguido de la fitohormona rootone con 22 hojas por esqueje, ambas en la segunda época de recolección, variando solo en su ingrediente activo y su concentración.
- 5.7.** En cuanto número de brotes, el promedio general fue 4,78 brotes por esqueje, desarrollando 5,78 brotes en la segunda época (otoño) y 3,78 en la primera época (verano), esta podría deberse a la longitud de los esquejes recolectados. En cambio con la aplicación de la fitohormona fertifox se obtuvo un 5,83 brotes, seguido de rapid root con 4,83 y finalmente rootone con 3,66 brotes por esqueje, estas diferencias son debido a la concentración del ingrediente activo.
- 5.8.** Con respecto a la longitud de raíz se obtuvo un promedio de 10,9 cm. Logrando un desarrollo de 11,53 cm., en (otoño) y 10,28 cm., en verano (diciembre). Para las fitohormonas comerciales el rapid root tuvo un mayor desarrollo de 12 cm., seguido de fertifox con 11,71 cm. y finalmente 9,50cm., con rootone.
- 5.9.** Los esquejes han logrado desarrollar un área foliar de 4,17 cm² como promedio. Presentando un mayor incremento la segunda época de recolección, aplicando la fitohormona rapid root con 4,9cm², debido fundamentalmente a la preformación de las raíces adventicias.
- 5.10.** Con los resultados obtenidos, se afirma que la propagación vegetativa de la K'iswara tiene éxito, cuando los esquejes son recolectados en la segunda época (otoño) del mes de mayo, con la aplicación de la fitohormona comercial rapid root con 3gr/Kg del ácido indolbutírico IBA, en condiciones de fitoldos tipo túnel. Logrando de esta manera reducir el tiempo en la producción de plantas de k'iswara aptas para el trasplante definitivo.

6. RECOMENDACIONES

Por las adversas condiciones climáticas, se hace necesario propagar especies nativas, de manera rápida y segura, utilizando diferentes técnicas y estrategias. Por las conclusiones de la presente investigación se dan las siguientes recomendaciones:

- 6.1.** Realizar estudios similares a fin de validar los resultados obtenidos, en la propagación vegetativa de la k'iswara, a partir de esquejes con la aplicación de fitohormonas comerciales con la implementación de fitoldos tipo túnel, en condiciones de vivero.
- 6.2.** La aplicación de esta técnica reduce el tiempo en la obtención de plantas aptas para el trasplante definitivo con respecto a la propagación por semilla, dentro los viveros forestales, esta deberá efectuarse en ambientes en la cual se garantice la provisión de agua y el control de la temperatura, para la cual se debe implementar pequeñas carpas solares (fitoldos) tipo túnel, utilizados en el presente estudio.
- 6.3.** Para obtener un mayor porcentaje de prendimiento y desarrollo de los esquejes de k'iswara, se debe recolectar los esquejes (clon) a fines de otoño, utilizando la fitohormona rapid root u otras, a base del ácido indolbutírico IBA, para obtener plantas de aproximadamente 40 a 50 cm de altura, aptas para el trasplante definitivo, haciendo coincidir con la época de lluvia
- 6.4.** Estudiar la influencia de la longitud y diámetro de los esquejes de k'iswara en el enraizamiento y desarrollo de las mismas.
- 6.5.** Realizar comparaciones entre fitohormonas sólidos y líquidos, aplicando en los esquejes de k'iswara.

- 6.6.** Efectuar estudios sobre los efectos el comportamiento de las fitohormonas comerciales, aplicando a los esquejes extraídos de diferentes partes de la planta madre (clones) como ser apical o basal.
- 6.7.** Realizar ensayos con diferentes tipos de sustratos para el periodo de enraizamiento y desarrollo de los esquejes de k'iswara.
- 6.8.** Estudiar los efectos que causa la temperatura al interior de los mini invernaderos y del sustrato, durante el prendimiento y enraizamiento de los esquejes de K'iswara.
- 6.9.** Finalmente incentivar a la población del altiplano al conocimiento de nuevas técnicas, como la propagación vegetativa de la k'iswara a partir de esquejes, para tener un mayor prendimiento y desarrollo de las mismas, haciendo uso de las fitohormonas comerciales.

7. BIBLIOGRAFÍA

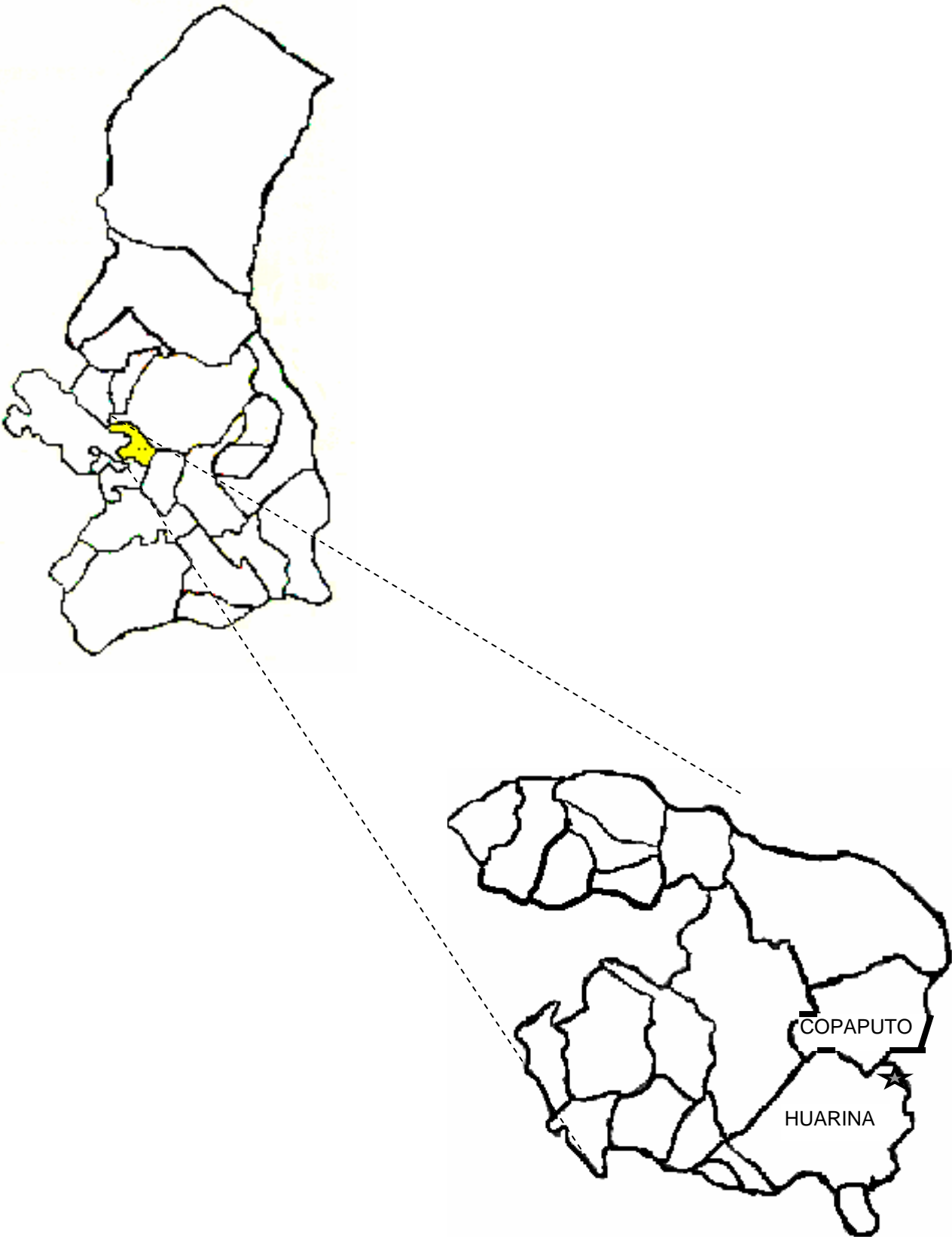
1. Aguirre, A. 1988. Propagación de especies forestales nativos de la región andina del Perú” Organización de los estados americanos de Perú. Pp.85-95.
2. Alcalde, C. 1990. “Especies Agrosilvopastoriles para la zona alto andina” Proyecto árbol andino. Ed. Publiflor. Lima-Perú. Pp.67, 120-122.
3. Arias, E. 1993. “Los campesinos producen sus propias plantas” (fascículo N° 5) Proyecto de desarrollo forestal participativo de los andes, F.I.S. La Paz-Bolivia Pp. 32.
4. _____ y Ocaña, D. 1991. “Guía para la producción de especies nativas”. Proyecto de desarrollo forestal participativo de los andes. Área Bolivia. La Paz-Bolivia. Pp. 32.
5. Barceló, A. 1987. “Fisiología vegetal” Ed. Pirámide Barcelona-España Pp.440.
6. Calzada. B.J. 1982. “Métodos estadísticos para la investigación”. Ed. Milagros S.A. Lima-Perú. Pp. 103-133.
7. Campinhos, E. 1987. “Propagación vegetativa de especies forestales por enraizamiento de estacas” Simposio sobre silvicultura y mejoramiento de especies forestales. Pp. 243.
8. Cruz, N.T. 2000. “Fichas técnicas de especies forestales” Centro de semillas forestales, UMSS Cochabamba-Bolivia Pp. 50-55.
9. Chávez, J. y Egoavil, A. 1991 “Manual de viveros forestales” Programas regionales de capacitación de mano de obra forestal, Piucallpa-Perú Pp. 76.
10. Domínguez, A. 1988. “Tratados de fertilización” Ed. Mundi prensa, artes graficas Palermo Madrid-España Pp. 110-111.
11. Donahue, P. 1985. “Introducción a los suelos y el crecimiento de las plantas” Ed. Biblioteca, Colombia Pp. 221-230.
13. El Diario, 2005. “CSUTCB y la CDOB, creación de la cuarta sección de la Provincia Omasuyos”, periódico El Diario, La Paz-Bolivia, agosto 21 sec.2 Pp. 3

14. Esquibel, N. 2000. "Descripción y análisis de la gestión de riego tradicional en la cuenca superior del río keka". Provincia Los Andes y Omasuyos, Tesis de grado, UMSA, Facultad de Agronomía, La Paz-Bolivia Pp. 98-120.
15. Felipe, A. 1986. "Propagación de patrones, trabajos en el CRIDA-03" Sessions Tecniques Barcelona –España Pp. 13-18.
16. Firman, E. 1984. "Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos" Ed. Omega S.A. Barcelona-España Pp. 106-115.
17. Galloway, G. y Borgo, G. 1985. "manual de viveros forestales en la sierra peruana" Proyecto FAO/Holanda, Ed. Lautrec, Lima-Perú. Pp. 140.
18. Gualberto, T. y Luis R. 1997 "Estudio sobre los Árboles y Arbustos nativos de uso múltiple" Ed. Instituto de Ecología. Cochabamba-Bolivia Pp. 171.
19. _____ 1994. "Desarrollo Forestal Comunal en el Altiplano Boliviano". Ed. FAO/Holanda Potosí-Bolivia. Pp. 111-114.
20. Hanada, Y. y Watanabe, J. 1986. "Manual de criação do bicho de seda" Ed. Cocamar. Brasil Pp. 20-30.
21. Hartmann, H. y Kester, D. 1997. "Propagación de plantas". Ed. Continental. México Pp. 240-811.
22. Heede, V. 1981. "El estaquillado, guía práctica de multiplicación de plantas" Ed. Mundi arena. Madrid-España Pp. 20, 30-55.
23. Huanca, N. 1993. "Especies nativas forestales de beneficios múltiples en las provincias Avaroa y Sajama del departamento de Oruro", tesis de grado, UTO. Facultad de ciencias agrícolas y pecuarias. Oruro-Bolivia, Pp. 156.
24. Hurtado, D. y Merino, M. 1994. "Cultivo de tejidos vegetales", Ed. Trillas, S.A. México, Pp. 49-100.
25. JICA. 1997, "Estudios de factibilidad para el desarrollo agrícola en el área de achacachi, Departamento de La Paz", volumen I informe final, La Paz-Bolivia Pp. 3-30.

25. Killeen, T.; Garcia, E.; Beck, S. 1993. "Guía de Árboles de Bolivia", Ed. Quipus, La Paz-Bolivia. Pp. 488-491.
26. Lalata, F. 1988, "Fertilización de árboles frutales", Ed. CEACSA. Barcelona – España, Pp. 37, 40-47.
27. Lacerca, A. 1983. "Manejo de especies forestales", Ed. Albatros, Buenos Aires-Argentina. Pp. 206-220.
28. Ledezma, M. 1998. "Aplicación de reguladores de crecimiento en esquejes de k'iswara en tres épocas de recolección", tesis de grado, UTO, facultad de ciencias agrícola y pecuaria, Oruro – Bolivia, Pp. 60-80.
29. Lojan, L. 1992. "Verdor de los Andes", Proyecto de desarrollo forestal en los andes, Ed. Luz América, Quito-Ecuador Pp. 217.
30. Loza, M. 200. "Evaluación de gestión de riego tradicional en la sub cuenca inferior del río keka en la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz" Tesis de grado, UMSA, Facultad de Agronomía, La Paz-Bolivia Pp.16-20
31. Maldonado, R. 1990. "Multiplicación por injerto GF-677, por estaquillado en verde", tesis de grado, U.M.S.S., F.C.A.P., Martín Cárdenas, Pp. 180.
32. Mamani, G. y Apaza, V. 1993. "Propagación vegetativa de Colle y Qeñua", árbol andino Puno – Perú. Pp. 9-18.
33. Mitchell, J. 1980. "Métodos para el estudio de hormonas vegetales y sustancias reguladoras del crecimiento" Ed. Trillas. México Pp. 166.
34. Nina, R. 2002. "Proyecto, Manejo de bosques nativos con fines de aprovechamiento sostenible", convenio UATF – FAO/Holanda/Prefectura, Potosí – Bolivia Pp. 15.
35. Padilla, S. 1995. "Manejo agroforestal andino". Proyecto FAO/Holanda. Desarrollo forestal participativo en los Andes Quito-Ecuador. Pp. 115-219.
36. Pretell, J. y Ocaña, V. 1985. "Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la serranía peruana". Proyecto FAO/Holanda, Infor. Ed. Centauro S.A. Lima-Perú Pp. 29-36.

37. Reynel, C. 1988. "Plantas para leña en el sur occidente de Puno", Proyecto Árbol Andino Ed. Gráfica. Lima-Perú. Pp. 165.
37. Reynel, C. y León, J. 1990. "Árboles y Arbustos Andinos para Agroforestería y Conservación de Suelos", Tomo II, Proyecto FAO/Holanda, Lima-Perú. Pp. 363.
38. Rodríguez, J. 2000. "Plantas Herbáceas Semi leñosas y Leñosas Usos y Beneficios " Edición virgo, La Paz-Bolivia Pp. 16-17
39. Rodríguez, M. 1991. "Fisiología vegetal". Ed. Los amigos del libro. Cochabamba-Bolivia. Pp. 295-341.
40. Rojas, M. y Ramírez, H. 1991. "Fisiología tecnológica - experimentación" Ed. Limusa. México. Pp 71.
41. Ting – Zing, Z. 1988. Mulberry cultivation. FAO Agricultural services. Bulletin Food and Agriculture organization of the United nations. Pp. 127.
42. Torres, H. y Bustamante, N. 1992. "Uso Tradicional de Arbustos Nativos en el Sur de Puno".Árbol Andino, Puno-Perú. Pp. 30-31.
43. Torrico, G. 1994. "Leñosos útiles de Potosí" Proyecto FAO/Holanda, CDF. Desarrollo Forestal Comunal en el Altiplano Boliviano", Potosí-Bolivia Pp. 107.
44. Tybirk, K. y Padilla, S. 1995. "Prácticas agroforestales", Proyecto FAO/Holanda, Desarrollo forestal participativo en los andes, Quito-Ecuador, Pp 131-138.
45. Valdivia, M. 1986. "Manual de viveros y plantaciones", Proyecto FAO/Holanda, Ed. Lautrec. Lima – Perú Pp. 96.
46. Von, O.B. 1990. "Desarrollo forestal participativo de los Andes", documento N° 8 Ed. DEPLAD, Pp. 530
47. Weaver, R. 1989. "Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura" Ed. Trillas. México. Pp. 622.
48. Zamudio, A. 1990. "Obtención de Semillas y Material Vegetativo de Árboles y Arbustos "Ed. Lautres S.R. Lima Perú. Pp 56-57 y 76-77.

ANEXO 1. Ubicación geográfica de la investigación

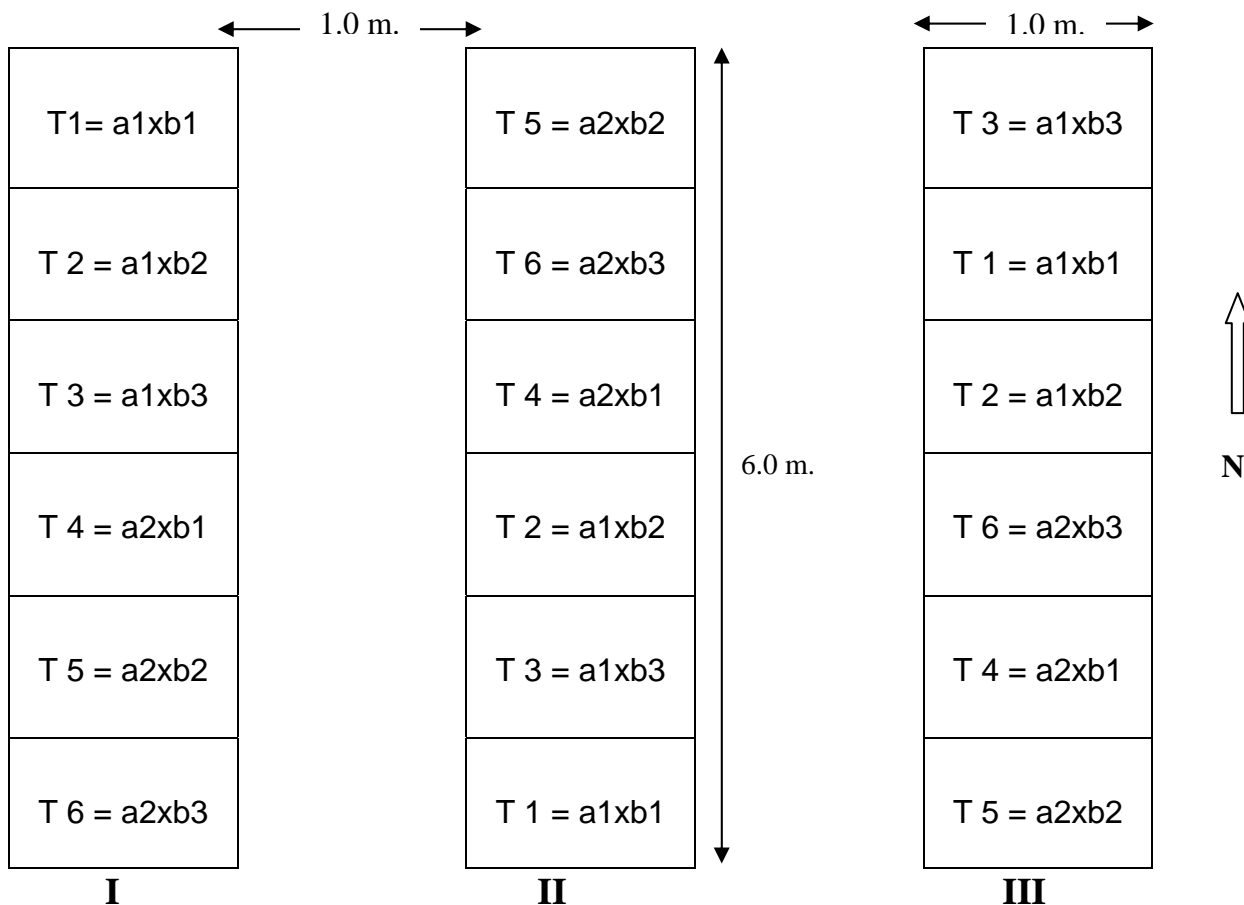


Anexo 2. Datos climáticos durante el periodo Nov. 2003 a Oct. 2004

| Año | Mes | Temperatura | | | | Días con heladas |
|------|------|-------------|--------|-------|--------|------------------|
| | | Mínima | Máxima | Media | PP. Mm | |
| 2003 | Nov. | 2,2 | 17,4 | 9,8 | 51,2 | 1 |
| 2003 | Dic. | 1,9 | 16,6 | 9,2 | 53 | 1 |
| 2004 | Ene. | 1,7 | 15,8 | 8,7 | 106,6 | 0 |
| 2004 | Feb. | 2,6 | 16,1 | 9,4 | 196,6 | 0 |
| 2004 | Mar. | 3 | 16,3 | 9,6 | 96,5 | 0 |
| 2004 | Abr. | 0,7 | 16,2 | 8,4 | 31,3 | 11 |
| 2004 | May. | 2,1 | 15 | 6,9 | 15,5 | 30 |
| 2004 | Jun. | -2,5 | 15,7 | 6,6 | 9 | 30 |
| 2004 | Jul. | -1,9 | 14,1 | 6,1 | 9,5 | 29 |
| 2004 | Ago. | -1,3 | 15,4 | 6,9 | 4,5 | 22 |
| 2004 | Sep. | 0,5 | 14,8 | 7,6 | 38,5 | 8 |
| 2004 | Oct. | 1,2 | 15,5 | 8,8 | 62,3 | 0 |

Fuente: SENAMHI

Anexo 3. Croquis del vivero experimental y disposición de los tratamientos



Anexo 4. Vista del área de trabajo



Anexo 5. Selección y Ubicación de la planta madre (clones)



Anexo 6. Instalación de las platabandas con cobertor



Anexo 7. Recolección de esquejes (clon)



Anexo 8. Prendimiento de los esquejes de K'iswara



Anexo 9. Desarrollo de los esquejes



Anexo 10. Formación de la Raíz



Anexo 11. Plantines de K'iswara con raíces desarrolladas

