# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL

*Efecto del Root Hor y topofisis en la propagación por estacas de* ***Handroanthus impetiginosus*** **(Mart. ex DC.) Standl (Tahuari Rosado) adulto defoliado en cámara de sub irrigación, Pucallpa – Perú.**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE

**INGENIERO FORESTAL**

Bach. **JEAN FRANCO AMASIFUEN RENGIFO**

PUCALLPA-PERÚ

2016

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Tesis aprobada por el jurado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, conformado por:

Ing. MSc. Fernando Velásquez de la Cruz ----------

Presidente

Ing. MSc. Jorge Arturo Mori Vásquez ----------

Miembro

Ing. MSc. Cesar Morí Montero ----------

Miembro

Dr. Víctor Augusto Araujo Abanto ----------

Asesor

Bach. **Jean Franco Amasifuen Rengifo** ----------

Tesista

## DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Gildemeister Amasifuen López y Marina Rengifo Salas ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que soy es gracias a ellos.

A mi hermana y a toda mi familia que es lo mejor y lo más valioso que Dios me ha dado.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por confiar y creer en mis expectativas, por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

Agradezco también a mi Asesor de Tesis el Dr. Víctor Augusto Araujo Abanto por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Y para finalizar, agradezco también a todos los que fueron mis amigos y compañeros de clase durante todos los niveles de estudios en la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

## INDICE GENERAL

Pag.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS ..... ii
DEDICATORIA ..... iii
AGRADECIMIENTO ..... iv
INDICE GENERAL ..... v
INDICE DE CUADROS ..... vii
INDICE DE TABLAS ..... vii
INDICE DE FIGURAS ..... ix
RESUMEN ..... xii
ABSTRACT ..... xiv
INTRODUCCIÓN ..... 1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 3
1.1. Formulación del problema ..... 3
CAPITULO II : MARCO TEÓRICO ..... 5
2.1. Antecedentes del problema ..... 5
2.1.1. Propagación vegetativa ..... 7
2.1.2. Propagación vegetativa a través de estacas ..... 8
2.1.3. Bases fisiológicas y anatómicas de la formación de raíces Adventicias ..... 10
2.1.4. Principales factores que condicionan el enraizamiento de estacas ..... 13
2.1.4.1. Condiciones nutricionales de la planta madre ..... 13
2.1.4.2. Edad de la planta madre ..... 14
2.1.4.3. Tipo de madera seleccionada para estacas ..... 15
2.1.4.4. Diferencias entre las diferentes partes de la rama ..... 15
2.1.4.5. Madera floral o vegetativa ..... 16
2.1.4.6. Longitud y diámetro de las estacas ..... 17
2.1.4.7. Superficie y retención foliar de las estacas ..... 18
2.1.4.8. Topófisis ..... 18
2.1.4.9. Medios de enraizamiento ..... 19
2.1.4.10. Reguladores de crecimiento ..... 20
2.1.4.10.1. Tipos de reguladores de crecimiento ..... 21
2.1.4.10.2. Auxinas ..... 22

2.1.4.10.3. Citoquininas ..... 23
2.1.5. Definición de términos básicos ..... 24

CAPITULO III : METODOLOGÍA ..... 27

3.1. Hipótesis, variables y operacionalización de las variables ..... 27
3.1.1. Hipótesis ..... 27
3.2. Variables ..... 27
3.2.1. Variable independiente (X) ..... 27
3.2.2. Variable dependiente (Y) ..... 28
3.2.3. Operacionalización de las variables ..... 28
3.2.3.1. Variables independientes ..... 28
3.2.3.2. Variables dependientes ..... 29
3.3. Metodología de la investigación ..... 29
3.3.1. Ubicación ..... 29
3.3.2. Método de investigación ..... 30
3.3.3. Población y muestra ..... 32
3.3.3.1. Procedencia del material experimental ..... 32
3.3.3.2. Población y tamaño de la muestra ..... 32
3.3.3.3. Instrumento de recolección de datos ..... 32
3.3.3.3.1. Materiales, equipos y herramientas ..... 32
3.3.3.3.2. Materiales y equipos para el desarrollo del ensayo ..... 33
3.3.3.3.3. Materiales y equipos de procesamiento de datos ..... 33
3.4. Procedimiento de recolección de datos ..... 33
3.4.1. Acondicionamiento de la cámara de sub-irrigación ..... 33
3.4.2. Recolección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol ..... 35
3.4.3. Preparación de las estaquillas en el Laboratorio de Hidroponía ..... 35
3.4.4. Preparación de la solución enraizadora ..... 35
3.4.5. Plantado de las estacas en la cámara de sub-irrigación ..... 37
3.4.6. Evaluación de resultados ..... 38
3.5. Tratamiento estadístico de los datos ..... 38
3.5.1. Diseño estadístico ..... 38

CAPITULO IV : RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....40
4.1. Clasificación taxonómica y descripción de la especie estudiada ..... 40
4.2. Análisis de supervivencia de las estacas de *Handroanthus impetiginosus* . 41
4.3. Análisis de las estacas que presentaron brotes, largo y número de brotes por estaca de *Handroanthus impetiginosus* ..... .43
4.4. Análisis de las estacas que presentaron raíz y callo a los 60 días de Evaluación después de haber sido desenterradas ..... 50
4.5. Análisis de varianza para los diferentes tratamientos aplicados ..... 51
4.6. Contrastación de la Hipótesis ..... 64

CAPITULO V : CONCLUSIONES .....66
CAPITULO VI : RECOMENDACIONES.....67
BIBLIOGRAFIA.....68
ANEXOS ..... 72
Anexo N° 1 : Evaluación de las estacas a los 15, 30 y 45 días ..... ..... 72
Anexo N° 2 : Hoja de Evaluación de las Estacas a los 60 días de plantadas ..... 81
Anexo N° 3 : Matriz de Base de Datos para el Programa Statistica Versión 10 .. 86
Anexo N° 4 : Fases Fenológicas de Tahuarí Rosado (*Handroanthus Impetiginosus*) del cual se extrajeron las estacas en Pucallpa ..... 87
Anexo N° 5 : Instalación de la Cámara de Sub-irrigación, preparación y Plantado de las estacas de Tahuarí Rosado (*Handroanthus impetiginosus*) ..... 88
Anexo N°6: Estado de las estacas de Tahuarí rosado (*Handroanthus impetiginosus)* a los 60 días de evaluación ..... . 90

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 : Factores de las variables independientes por cada tratamiento .....28

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Evaluación de la supervivencia a los 15, 30, 45 y 60 días, de las estacas de Tahuarí rosado (Handroanthus

impetiginosus) sometido a dos factores, (3 dosis del enraizador Root-Hor: 10,000 ppm, 5000 pm y 0.00 ppm) y 3 niveles de sección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol (basal, medio y apical) ..... 44

Tabla 2 : Evaluación de las estacas que presentan brotes a los 15, 30, 45 y 60 días de Tahuarí rosado (*handroanthus impetiginous*).....45

Tabla 3 : Evaluación del número de brotes por estaca a los 15, 30, 45 y 60 días de Tahuarí rosado (Handroanthus impetiginosus) sometido a dos factores, (3 dosis del enraizador Root-Hor: 10,000 ppm, 5,000 ppm y 0.00 ppm) y 3 niveles de seccióndе las ramitas terminales de la base de la copa del árbol (basal, medio y apical .....46

Tabla 4 : Evaluación del largo de los brotes que presentan las estacas a los 15, 30, 45 y 60 días de Tahuarí rosado (Handroanthus impetiginosus) sometido a dos factores, (3 dosis del enraizador Root-Hor: 10,000 ppm, 5,000 ppm y 0.00 ppm) y 3 niveles de sección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol (basal, medio y apical) ..... 47

Tabla 5 : Evaluación de las estacas de Tahuarí rosado (Handroanthus impetiginosus) que presentan raíz a los 60 días de haber sido plantadas, sometido a dos factores (3 dosis del enraizador Root-Hor: 10,000 ppm, 5,000 ppm y 0.00 ppm) y 3 niveles de sección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol (basal, medio y apical ..... 50

Tabla 6 : Evaluación de las estacas de Tahuarí rosado (Handroanthus impetiginosus) que presentan callo a los 60 días de haber sido plantadas, sometido a dos factores (3 dosis del enraizador Root-Hor: 10,000 ppm, 5,000 ppm y 0.00 ppm) y 3 niveles de sección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol (basal, medio y apical) .....50

Tabla 7 : Grado de significancia (ANOVA) de las estacas vivas y con brotes a los 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados en el experimento ..... 52

Tabla 8 : Grado de significancia (ANOVA) del número de brotes por estaca a los 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados en el experimento .....52

Tabla 9 : Grado de significancia (ANOVA) del largo de brotes por estaca a los 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados en el experimento .....53

Tabla 10 : Análisis de significancia (ANOVA) de las estacas que presentaron callo a los 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados en el experimento.....53

Tabla 11 : Análisis de significancia (ANOVA) de las estacas que presentaron raíz a los 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados en el experimento ..... 54

Tabla 12 : Datos observados (O) y datos esperados (E) para el Análisis de Chi-Cuadrado ..... 64

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Mapa de ubicación del área donde se encuentra el árbol de Handroanthus impetiginosus de donde se sacaron las estacas .....29

Figura 2 : Distribución de las 270 estaquillas de *Handroanthus Impetiginosus* de acuerdo a la topófisis y al medio enraizador utilizado, en un diseño completamente randomizado (DCR) con dos factores .....31

Figura 3 : Distribución en un diseño completamente azar de las 9

unidades experimentales de Handroanthus impetiginosus dentro de la Cámara de Subirrigación ..... 31

Figura 4 : Diseño de la cámara de sub-irrigación (tomado de Longman,1993) ....34

Figura 5 : Supervivencia de las estacas de Handroanthus impetiginosus en la cámara de subirrigación a los 15, 30, 45 y 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados .....48

Figura 6 : Número de estacas con brotes de Handroanthus impetiginosus en la cámara de subirrigación a los 15, 30, 45 y 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados .....49

Figura 7 : Promedio de estacas vivas con sus intervalos de confianza de Handroanthus impetiginosus de acuerdo a la sección del tallo y La concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación .....55

Figura 8 : Promedio de estacas con brotes con sus intervalos de confianza de Handroanthus impetiginosus de acuerdo a la sección del tallo y la concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación .....56

Figura 9 : Promedio de número de brotes por estacas con sus intervalos de confianza de Handroanthus impetiginosus de acuerdo a la sección del tallo y la concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación .....57

Figura 10 : Promedio del largo de brotes por estacas con sus intervalos de confianza de Handroanthus impetiginosus de acuerdo a la sección del tallo y la concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación ..... 58

Figura 11: Promedio del número estacas con callo con sus intervalos de confianza de Handroanthus impetiginosus de acuerdo a la

sección del tallo y la concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación ..... 59

Figura 12: Promedio del número estacas con raíz con sus intervalos de confianza de Handroanthus impetiginosus de acuerdo a la sección del tallo y la concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación .....60

Figura 13: Zona de aceptación y de rechazo según el Análisis de Chi-Cuadrado ..... 65

Figura 14: Árbol defoliado julio – agosto .....87

Figura 15: Árbol en floración mes de setiembre .....87

Figura 16: Árbol con follaje de octubre a junio de cada año .....87

Figura 17: Construcción de la cámara de sub-irrigación en el Invernadero de Hidropónia de la UNU .....88

Figura 18: Preparación de las estacas de Tahuarí rosado (Handroanthus Impetiginosus) de acuerdo al tratamiento a aplicar .....88

Figura 19: Plantación de las estacas basales con 10000 ppm de tahuarí rosado (Handroanthus impetiginosus) en la Cámara de subirrigación.....89

Figura 20: Plantación de las estacas de Tahuarí rosado (Handroanthus impetiginosus) para otro de los tratamientos aplicados .....89

Figura 21: A la izquierda estacas muertas de la parte apical cubiertas de micelio de hongos, y a la derecha estacas con brotes de la parte media .....90

Figura 22: Brotes vigorosos de la parte basal de las estacas a los 60 días de evaluación .....90

Figura 23: Estacas de Handroanthus impetiginosus (tahuari rosado) de la sección basal con formación de callos a los 60 días de evaluación .....91

Figura 24: Estacas de la sección basal de tahuarí rosado (Handroanthus impetiginosus) con emisión de raíces a los 60 días de evaluación.....91

## RESUMEN

La investigación realizada tuvo como objetivo general determinar la supervivencia, brotación, número de brotes y largo de brotes por estaca a los 15, 30, 45 y 60 días, y la formación de callos y raíces a los 60 días desenterrando las estacas, de la especie *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Standl., realizado en una cámara de sub-irrigación en el interior del invernadero de Hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali en Pucallpa, Perú.

La metodología empleada en la investigación fue experimental y analítica, en un diseño completamente randomizado con dos factores: nivel de la sección de las estacas en las ramitas terminales (basal, medio y apical), y concentración de la solución enraizadora "Root Hor" (10000 ppm, 5000 ppm y 0 ppm). Las ramitas terminales para la preparación de las estaquillas se cortaron de la base de la copa de un árbol adulto de aproximadamente 50 años completamente defoliado (antes de la floración), siendo el largo de las estacas de 10 cm de longitud y un diámetro de 0.5 – 1.5 cm; se utilizaron 9 tratamientos con 10 estacas por cada unidad experimental con 3 repeticiones, lo que hacen un total de 270 estaquillas.

Según los resultados las estacas basales son las que tardan mayor tiempo en emitir brotes (30 días) pero se mantienen estos hasta el final (60 días) con un promedio de 2.3 estacas (23 %), sin diferencias significativas entre el tipo de enraizador utilizado. Solamente las estacas de la sección basal lograron emitir callos y raíces con un promedio de 0.33 estacas (3.3 %) y la concentración del enraizador que obtuvo el mejor resultado fue el de 5000 ppm, pero sus resultados no son significativos.

## ABSTRACT

The research had as general objective to determine survival, sprouting, number of shoots and shoot length per cutting at 15, 30, 45 and 60 days, callus formation and roots 60 days after digging up the stakes, the Handroanthus species impetiginosus (Mart. ex DC.) Standl., performed in a chamber sub-irrigation inside the greenhouse Hydroponics National University of Ucayali in Pucallpa, Peru.

The methodology used in the research was experimental and analytical, in a design completely randomized with two factors: level section of the stakes in the terminal twigs (basal, middle and apical), and concentration of the enraizadora solution "Root Hor" ( 10,000 ppm, 5000 ppm and 0 ppm). The terminal twigs for the preparation of the cuttings were cut from the base of the crown of an adult tree about 50 years to fully defoliated (before flowering), the length of the cuttings of 10 cm in length and a diameter of 0.5 - 1.5 cm; 9 treatments with 10 cuttings per experimental unit with 3 replications were used, making a total of 270 cuttings.

According to the results the basal cuttings are those that take longer to issue outbreaks (30 days) but these are kept until the end (60 days) with an average of 2.3 stakes (23%), with no significant difference between the type of enraizador used . Only the stakes of the basal section calluses and roots were able to issue an average of 0.33 stakes (3.3%) and the concentration of enraizador which obtained the best result was 5000 ppm, but the results are not significant.

# INTRODUCCIÓN

La propagación vegetativa por estacas en el presente trabajo de investigación de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Standl conocido como tahuarí rosado (por sus flores) y tahuarí negro (por el color oscuro de su corteza), del que existe un solo ejemplar en la zona urbana de Pucallpa (distrito de Manantay) y no se reportan datos de esta especie para el resto del departamento de Ucayali, pero según (Vasquez, R., 1997) existe en la Reserva Biológica de Allpahuayo Mishana en Iquitos, y lo describe el autor como *Tabebuia impetiginosa (.*Mart. ex A. DC.) Standl. que es el sinónimo de la especie con la cual hemos trabajado; el árbol del cual se extrajo el material vegetativo para la realización del presente experimento tiene una edad aproximada de 50 años, no sabiendo exactamente si el árbol ha crecido en forma natural en el lugar o ha sido plantado trayendo las semillas de otra parte del país o del extranjero. El interés que nos condujo a realizar el presente experimento fue de que es una especie maderable de gran valor económico por su madera dura y pesada que se utiliza para parquet como todas las de este género, y además también podría ser muy valiosa como ornamental en parques y avenidas por sus hermosas inflorescencias de color rosado oscuro, como se viene utilizando con estos mismos fines en otros países como Brasil, Paraguay, Argentina y Bolivia en la que se le conoce como Lapacho rosado. (https://es.wikipedia.org/wiki/Lapachos_del Paraguay).

El motivo de realizar el presente experimento mediante la propagación vegetativa por estaquillas de las ramitas terminales provenientes de la base de la copa de un árbol defoliado de la especie *Handroanthus impetiginosus* utilizando una cámara de sub-irrigación sometido a dos factores como la topofisis (estacas basales, medias y apicales) y concentración del enraizador Root-Hor (10000, 5000 y 0 ppm), es debido a que ya se han realizado con anterioridad experimentos similares con este género y que no han sido favorables, por lo que se esperaba encontrar mejores resultados con el presente trabajo; tal es así que Portas M. et al. (2002) utilizando estacas de tahuarí rosado *(Tabebuia impetiginosa)* con 0, 500, 1000 y 4000 partes por millón (ppm) de Ácido Indol Butírico (AIB) obtuvieron 0 % de enraizamiento; igualmente García, (2002) obtuvo 81.8 % de enraizamiento

con estacas provenientes de vivero y 0 % con estacas provenientes de árboles; de otra parte pastor, G. (1965) obtuvo 0 % de enraizamiento en la que probo el efecto del diámetro y la longitud de las estacas de Tahuarí amarillo (*Tabebuia serratifolia*) provenientes de árboles realizado en camas de almácigo y campo definitivo.

Por tratarse del único ejemplar de esta especie existente en nuestro medio corre el peligro de desaparecer sino nos preocupamos por su propagación por cualquier medio, ya sea en forma sexual (semillas) o asexual (propágulos o estaquillas) para contar con nuevos individuos en el futuro en forma masiva, ya sea con fines ornamentales debido a que sus copas se cubren completamente de un color rosado púrpura en época de floración, dando un aspecto muy vistoso y atractivo; o también como madera fina para parquet por tener un buen acabado.

El objetivo del presente trabajo fue determinar cuál de los tratamientos aplicados es el que da los mejores resultados para lograr la mayor cantidad de estaquillas vivas, con brotes, formación de callos y raíces después de los 60 días de evaluación.

# CAPITULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. Formulación del Problema

### Problema general:

El problema principal queda planteado de la siguiente manera:

¿EL **Root Hor** y la **topófisis** influirá en el efecto de enraizamiento de estacas de ***Handroanthus impetiginosus*** provenientes de un árbol adulto defoliado?

### Problemas específicos:

¿Influirá el **Root Hor** y la **topófisis** en el enraizamiento, formación de callos y brotes de estacas provenientes de ramitas terminales de un árbol adulto defoliado de ***Handroanthus impetiginosus***?

La Amazonía peruana, cuenta con una importante diversidad de especies arbóreas, las mismas que vienen sufriendo una fuerte "presión" debido a actividades, en muchos casos informales, pero que mueven gran parte de la economía regional, como la extracción de especies forestales, la agricultura migratoria y la ganadería; estas actividades han traído impactos negativos en el ecosistema amazónico, dentro de ellas la propia existencia de las especies, lo cual se ve reflejado en la escasa disponibilidad de la semilla selecta, el corto período de viabilidad, el alto costo de la misma y la calidad genética heterogénea de sus descendientes.

Frente a este panorama urge contar con tecnologías de propagación asexual o vegetativa, ya que con ella, se podría evitar la absoluta dependencia de la semilla botánica, conservar germoplasma valioso y multiplicar los genotipos superiores de las principales especies; obteniéndose así, una mayor uniformidad en las cosechas; considerando el planeamiento de plantaciones en bloques monoclonales que nos permita controlar mejor los posibles ataques de plagas y enfermedades.

Uno de los principales inconvenientes para la propagación por estacas, es la selección de clones con características sobresalientes que pueda ser usado como plantas madres; asimismo definir para cada especie la mejor tecnología en propagación por estacas, por lo que es urgente desarrollar investigaciones viables y apropiadas a nuestra amazonia tendientes a lograr este objetivo.

Entre los métodos de propagación vegetativa con mayor aceptación se tiene "enraizamiento de estacas juveniles" Zobel y Talbert (1988), pero es poco lo que se conoce sobre las técnicas de propagación por estacas aplicadas a especies frutales y forestales amazónicas, más aun orientadas a la producción comercial. No obstante, existen algunas experiencias exitosas de propagación vegetativa de especies exóticas como pino, eucalipto y teca a escala comercial, que han permitido demostrar la viabilidad de esta técnica teniendo en cuenta lo dicho en el presente trabajo.

# CAPITULO II : MARCO TEÓRICO

## 2.1. Antecedentes del Problema

Según la bibliografía consultada se han encontrado algunos antecedentes en cuanto a enraizamiento de estacas procedentes de ramitas terminales de copa de árboles adultos del género *Handroanthus,* conocida anteriormente como el género *Tabebuia*, como lo señala (Zanoni, 1975) indicando que las especies *Toona ciliata* var. *Australis*, *Tabebuia rosea* y *Crocarpus fraxinifolius*, pueden propagarse por estacas del tercio superior de la copa, bajo condiciones de invernadero.; igualmente señala que las estacas sub-apicales presentan mayor capacidad de enraizamiento, le siguen las estacas basales y las estacas apicales.

El mismo autor señala que *Tabebuia rosea* es capaz de enraizar usando estacas, sub-apicales y basales con o sin ningún tratamiento de enraizamiento, tomando estacas del tercio superior de la copa del árbol cuando se encuentra defoliado, en periodo de reposo próximo a terminar, para ingresar en actividad vegetativa.

Portas, M. et al. (2002), usando estacas de Tahuari rosado (*Tabebuia impetiginosa)* con 0, 500, 1000 y 4000 partes por millón (ppm) de Ácido Indol Butírico (AIB) a los 60 días de colocadas las estacas en el medio de enraizamiento no se obtuvieron raíces en las estacas en ninguna de las concentraciones antes señaladas.

Según García, (2002**),** si se compara el enraizamiento de estacas tanto de plántulas de vivero como de árboles y por especie se obtiene en*Tabebuía rosea* un porcentaje de enraizamiento de 81,8% para plántulas de vivero y 0% para árboles. En cuanto a *Cordia alliodora* el enraizamiento promedio fue de 33,6% para plántulas y 0% para árboles. De hecho se constata la teoría de Salisbury y Ross (1994), de que es más fácil propagar plantas juveniles que árboles.

El mismo autor indica que el procedimiento para la obtención de estacas enraizadas es adquirir plántulas con alturas mayores a 60 cm y diámetros

mayores a 5 mm. Luego de obtener los propágulos se realiza el tratamiento auxínico (para *Tabebuia rosea* es de 6,000 ppm de AIB y *Cordia alliodora* de 8,000 ppm de AIB), luego se siembra en una estructura de madera cubierta de plástico (aunque la madera se puede reemplazar por caña, o costeros de trozas, por su mayor economía), con un sustrato de arena de río estratificada de 25 cm de espesor, cubriendo esta estructura con Polisombra al 50%, adicionando riego manual a mañana y a tarde; y luego de siete semanas se obtendrán estacas enraizadas.

Reynel, C. (2003) cita a (Flinta, 1960; Sandoval & Ramírez, 2002) que la especie *Tabebuia guayacan* se reporta con éxito en la propagación vegetativa empleando estacas con hojas y también seudoestacas.

Pastor, G. (1965) encontró cero por ciento de enraizamiento para Tahuarí amarillo (*Tabebuia serratifolia*) en dos sistemas de propagación (vivero y campo definitivo), en la que probó el efecto del diámetro y la longitud de la estaca.

Carranza, M. et al. (2012)**,** encontró que es factible implementar con éxito un programa masivo de propagación clonal de guayacán blanco (*Tabebuia Donnell-Smithii Rose***)** con estacas juveniles. En el efecto simple el mejor sustrato fue turba para todas las variables evaluadas a excepción del porcentaje de sobrevivencia que fue indistinto tanto para turba, como para arena. El mismo autor señala que la hormona ANA a 0 mg kg-1 indujo la mejor respuesta excepto para el número de raíces y longitud que se vio favorecida por la concentración 1,500 mg kg-1. En la interacción (AxB), sustrato turba (A) mostró un efecto positivo en las variables número de raíces, longitud de raíz y vigor al ser tratadas con ANA (B) a 0 y 1,500 mg kg-1. En la interacción (BxC) los promedios más bajos en todas las variables se observaron con la concentración B2: 2,000 mg kg-1 ANA más C2: 2,000 mg kg-1 AIB. El mayor número de raíces se obtuvo en la interacción (BxC) 1,500 mg kg-1 ANA y 1,500 mg kg-1 AIB y el mejor vigor de plantas 0 mg kg-1 ANA y 1,500 mg kg-1 AIB.

Los reguladores de crecimiento son ampliamente utilizados en la propagación vegetativa influyendo en la diferenciación y crecimiento de los primordios radiculares. De ellos, las auxinas son la que tienen mayor efecto en la formación de raíces en las estacas (Hartmann y Kester, 1985).

### 2.1.1. Propagación vegetativa

Koening y Melchior (1978), definen la propagación vegetativa como la reproducción asexual de los individuos, es decir, por división (mitosis) crecimiento y diferenciación de tejidos somáticos.

Por otro lado Acosta (1959), menciona que la propagación vegetativa es la multiplicación de especies y variedades de plantas por medio de órganos caulinares que pueden ser tallos, ramas, hojas, yemas, retoños, hijuelos, inclusive trocitos o tejidos celulares. El resultado de la propagación vegetativa no es decurrente de la segregación y recombinación genética, lo contrario sucede en la reproducción de especies por semillas. La única variación puede provenir de la influencia del ambiente o mutaciones raras que modifica el genotipo del individuo (Cortez, 1983).

La propagación vegetativa, se define como la multiplicación de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces tallos, ramas, hojas) (Rojas *et al*., 2004). Esto es posible, debido a que las células vegetales conservan la capacidad de regenerar la estructura entera de la planta; esta capacidad se debe a factores como la totipotencia, es decir, que cada célula vegetal viviente contiene en su núcleo, la información genética necesaria para reconstituir todas las partes de la planta y sus funciones, a través de reproducción somática basada exclusivamente en mitosis; y la desdiferenciación o capacidad de las células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo (Hartmann y Kester, 1995; Rojas *et al*., 2004; Vieira de Souza, 2007).

Para las plantas superiores, Barbat (2006) menciona que las técnicas de mayor importancia comercial son: el estaqueado, injerto y algunas prácticas

de cultivos en “vitro” relacionadas con la propagación. Con la propagación vegetativa se asegura la conservación de un germoplasma valioso; asimismo, nos permite obtener descendencias homogéneas desde el punto de vista genético (clones) ya que permite captar y transferir al nuevo árbol todo el potencial genético del árbol donador (Zobel y Talbert, 1988; Hartmann y Kester 1995; Barbat, 2006; Soudre *et al*., 2008). Además, se evita los períodos juveniles prolongados y se acorta la madurez reproductiva (Baldini, 1992); también, es posible eliminar la dependencia del uso de semillas (Mesen *et al*., 1992; Hartmann y Kester, 1995); además, la propagación vegetativa es importante en el mejoramiento genético, porque permite multiplicar genotipos superiores y aumentar la ganancia genética en períodos muy cortos al utilizar tanto los componentes aditivos, como los no aditivos de la varianza genética total (Zobel y Talbert, 1988).

A través de la propagación vegetativa, se tiene la principal ventaja de la ganancia genética en períodos cortos y de transferir todo el potencial genético de la planta madre a su descendencia, lo que se podría aprovechar para el mejoramiento de las especies frutales y forestales amazónicas en cuanto a productividad, resistencia y uniformidad de las cosechas. Por todo esto, la base para el éxito de la propagación vegetativa con fines comerciales, está en la selección de árboles élite, los mismos que servirán como donantes del material vegetativo a multiplicar.

### 2.1.2. Propagación vegetativa a través de estacas:

La estaca es una porción separada de la planta, provista de yemas caulinares y hojas, e inducida a formar raíces y brotes a través de manipulaciones químicas, mecánicas y/o ambientales (**Baldini, 1992**); la estaca una vez enraizada se llama barbado (**Baldini, 1992**; **Barbat, 2006**). Asimismo, Cuculiza (1956) indica que en una acepción más amplia, se denominan estacas: a raíces, hojas, fracciones de hojas utilizadas como tales; con la finalidad de obtener nuevas plantas.

Según López y Carazo (2005) el objetivo de la multiplicación por este método, es conseguir estacas enraizadas de calidad, que respondan bien y rápidamente al trasplante, presenten gran uniformidad y sean la mejor base para alcanzar plantas de calidad.

Asimismo, una limitante importante para utilizar estacas enraizadas es su dependencia con la edad. Los árboles jóvenes suelen enraizar rápidamente, pero puede ser casi imposible enraizar los mismos árboles cuando están maduros (Zobelt y Talbert, 1988; Hartmann y Kester, 1995). En este sentido, Hartmann y Kester (1995) mencionan que la relación de juvenilidad con el crecimiento de las raíces tal vez se pueda explicar por el incremento en la formación de inhibidores del enraizamiento a medida que la planta se hace vieja. Por lo tanto, en estacas de especies difíciles de enraizar, sería útil entonces poder inducir a las plantas adultas, a producir brotes juveniles y rejuvenecimiento de ramas (Zimmerman, 1976 citado por Leakey, 1985). Por esto, Mesen (1998**)** afirma que en la selección de árboles conviene considerar, la capacidad de rebrote del árbol.

Calzada (1993) señala, que la propagación vegetativa por estaca es el sistema de propagación más antiguo, es poco costoso, fácil de realizar, no requiere de habilidad especial de parte del operador y necesita poco espacio. Además, menciona que casi todos los frutales nativos tropicales y subtropicales se pueden propagar por estacas; esto es corroborado por Longman (1993) quién afirma que más del 80 % de árboles tropicales forestales pueden ser enraizados con estacas de madera suave bajo sistemas de nebulización y con sistemas de baja tecnología como los polipropagadores.

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

1. En las estacas, si la brotación de las yemas se produce antes de la emisión de raíces, aquella compite y puede agotar las reservas hídricas y nutritivas de la propia estaca.

2. El enraizamiento es más rápido, si las áreas de esclerénquima se organizan aisladamente y están separadas por amplias zonas de parénquima.

3. En las estacas de ramas hay que tener en cuenta su polaridad, estas enraízan por su parte basal.

4. La eliminación de yemas o de hojas impide la formación de raíces.

5. El estado nutricional de la estaca determina su capacidad de enraizamiento.

6. En las especies leñosas las estacas menores a un año, enraízan mejor, aunque en algunas especies (olivo) la capacidad rizogénica aumenta con la edad de los órganos de los que se separan las estacas.

7. En general las estacas tomadas de las plantas jóvenes enraízan mejor que las tomadas de las plantas adultas.
8. Las técnicas culturales encaminadas a rejuvenecer las plantas (poda) o a incrementar su actividad vegetativa (riego y fertilización) mejoran la capacidad rizogénica de las estacas.

9. Existen variaciones estacionales en la capacidad de enraizamiento.

### 2.1.3. Bases fisiológicas y anatómicas de la formación de raíces adventicias.

La formación de raíces adventicias en la estaca comprende una serie de complejos procesos anatómicos y fisiológicos, que se realiza por acción combinada de las auxinas y cofactores de enraizamiento que se promueven en las hojas y yemas. Los cofactores internos tienen una mayor influencia en la rizogenesis, tal como lo indican Weaver (1988) y Hartmann y Kester (1995) respecto a la iniciación de raíces adventicias

Según Hartmann y Kester (1995) las raíces adventicias son de dos tipos: raíces preformadas y raíces de lesiones. Las raíces preformadas se desarrollan naturalmente, las raíces de lesiones se desarrollan solo después de que se ha realizado la estaca, como una respuesta al efecto de lesión al preparar la misma; quedan expuestas sobre la superficie cortada, las células muertas y conductoras del xilema.

El proceso subsecuente de cicatrización y regeneración se efectúa en los siguientes tres pasos: Primero, la formación de una placa necrótica que sella la herida de un material suberoso (suberina) y tapa el xilema con goma. Segundo, después de unos días la formación de una capa de células del parénquima (callo) y tercero, en ciertas células próximas al cambium vascular y al floema se empiezan a iniciar raíces adventicias.

Hartmann y Kester (1995) señalan que los cambios anatómicos que pueden observarse en el tallo durante la iniciación de raíces pueden dividirse en cuatro etapas:

1. **Desdiferenciación** de las células maduras específicas.
2. Formación de **iniciales de raíz** en ciertas células cercanas a los haces vasculares, las cuales se han vuelto meristemáticas por la desdiferenciación.
3. Desarrollo subsecuente de éstas, en primordios de raíces organizados.
4. Desarrollo de emergencia de estos **primordios radicales** hacia afuera, a través del tejido del tallo, más la formación de conexiones vasculares entre los primordios radicales y los tejidos conductores de la propia estaca.

El origen de las raíces se localiza en un amplio rango de tejidos, de los cuales el cambium, el floema y el periciclo son los tejidos más importantes, mientras que la corteza, la médula y el xilema son de menor importancia (Haissig, 1974**;** citado por Díaz, 1991). Así lo confirma Weaver (1988**)** quién indica que, las raíces adventicias de estacas de tallos, se originan

generalmente en el tejido del floema secundario joven, si bien, esas raíces proceden también de otros tejidos, como son el cambium, los radios vasculares o la medula. Contrario a esto, los anillos de esclerénquima situados en el exterior del punto de origen de las raíces, a veces llegan a constituir una barrera anatómica (Beakbany, 1961; citado por Díaz, 1991). Según Leakey (1985) los requisitos para la iniciación y la elongación de las raíces a menudo difieren, siendo el primero influido por la condición genética y estado fisiológico de la planta, mientras que el segundo es más sensible a los factores medio ambientales.

Las auxinas se sintetizan en las hojas y meristemos apicales, a partir del aminoácido triptófano y se mueven a través de células parenquimáticas, desde su lugar de formación hacia los haces vasculares del tallo y; a diferencia de lo que ocurre con los azucares, iones y otros solutos, que se transportan a través de los tubos cribosos del floema; este transporte, célula a célula, se caracteriza por ser lento (1 cm/hora) en raíces y tallos; además, es un transporte polar es decir, siempre basipétalo en el tallo (hacia la base) y en raíces también es un transporte polar, pero en sentido acropétalo (hacia los ápices) (Strasburger, 1994**)**.

Hartmann y Kester (1995) afirman que las plantas se pueden dividir en tres clases, respecto a la iniciación de raíces adventicias:

1. Aquellas en que los tejidos proporcionan todas las diversas sustancias nativas, incluso auxina. Cuando se hacen las estacas y se les coloca en condiciones ambientales adecuadas, ocurre una rápida formación de raíces.

2. Aquella en que hay presentes amplias cantidades de cofactores de ocurrencia natural, pero en que la auxina es limitante. Con la aplicación externa de auxina, el enraizamiento aumenta grandemente.

3. Aquellas en que falta la actividad de una o más de los cofactores internos, aunque la auxina natural puede o no estar presente en abundancia. Con la aplicación externa de auxina se obtiene poca o ninguna respuesta.

El callo es una masa irregular de parénquima en varios estados de lignificación (Hartmann y Kester, 1995) la callosidad es un recurso defensivo, así el hecho de que una estaca llegue a formar una magnifica callosidad no es el índice de enraizamiento, pues las raíces no se forman de esa callosidad sino que son continuidad de los radios vasculares de la estaca (Cañizares, 1972). En la mayoría de plantas, la formación de callo y raíces son independientes entre sí y cuando ocurre simultáneamente es debido a su dependencia de condiciones internas y ambientales similares (Hartmann y Kester, 1995).

Boutherin y Bron (1994) indican que, los meristemos juegan un papel muy importante al momento de la multiplicación vegetativa y esta multiplicación lleva consigo casi siempre la formación de nuevos meristemos. El meristemo caulinar dará lugar al aparato aéreo y el meristemo radical que dará lugar al aparato subterráneo. Asimismo, indica que las yemas y las hojas sean el asiento privilegiado de una cierta forma de "memoria" que dirigen a las células hacia la organización de meristemos radicales.

### 2.1.4. Principales factores que condicionan el enraizamiento de estacas:

Los factores que tienen mayor influencia para lograr un adecuado enraizamiento en la propagación por estacas son: el manejo de la planta madre con el fin de obtener brotes juveniles, en buen estado nutricional, en la época y edad apropiada; la longitud y diámetro de las estacas, la presencia de hojas y yemas, tratamientos hormonales y las condiciones ambientales (iluminación, temperatura, humedad relativa, medio de enraíce) propicias que induzcan al enraizado. Además, la capacidad de la estaca ya enraizada, a prosperar después del trasplante para conseguir plantas de calidad.

#### 2.1.4.1. Condiciones nutricionales de la planta madre:

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

carbohidratos pueden influir en la iniciación de las raíces de las estacas (Hartmann y Kester, 1995).

En cuanto a los requerimientos nutricionales durante el enraizamiento de las estacas, la aplicación de nutrientes no es necesario durante la fase de inducción, en vista que las estacas utilizan los nutrientes endógenos transportados basipetamente a partir de los brotes (Mori Da Cunha *et al.,* 2009), esto es un aspecto relevante de la importancia del optimo estado nutricional de la planta madre.

Asimismo, cualquier nutriente que esté presente en los procesos metabólicos, asociados a la diferenciación y formación del sistema radicular es considerado esencial para la iniciación de raíces; a modo de ejemplo, un contenido moderado de nitrógeno en los tejidos es mejor para lograr un enraizamiento optimo; debe existir un equilibrio de bajo contenido de nitrógeno y alto contenido de carbohidratos en la planta madre (Sadhu, 2005); sin embargo para que pueda efectuarse la iniciación de raíces, el nitrógeno es importante para la síntesis de ácidos nucleicos y de proteínas, debajo de ese nivel mínimo de disponibilidad de nitrógeno se detiene la iniciación de raíces; asimismo, la cosecha de los brotes para la propagación debe realizarse en las mañanas cuando el material vegetal es turgente (Hartmann y Kester, 1995).

En este sentido, urge clarificar la importancia de cada nutriente en la inducción y formación del sistema radicular de la estaca. Se requiere que la planta madre, este en un estado nutricional adecuado, que contengan auxinas, cofactores, relación C/N apropiado y reservas de carbohidratos que induzcan al enraizamiento; además, los brotes que abastecerán las estacas en estado de turgencia.

### 2.1.4.2. Edad de la planta madre:

El factor de juvenilidad es uno de los aspectos más relevantes para el éxito del enraizamiento de estacas. En muchas especies forestales es la edad

ontogénica o fisiológica y no la edad cronológica, de las estacas que es la más importante para el éxito del enraizamiento **(**Hartmann *et al*., 1997). Esto se efectúa en distintas fases tales como juvenil y adulta, separadas por una fase de transición, (Hartmann y Kester, 1995). En casi todas las especies forestales se han enraizado con éxito estacas tomadas de plantas procedentes de semilla de 1-2 años de edad (Wright, 1964; citado por Díaz, 1991).

Según Wright (1964) citado por Díaz (1991), Queupumil (2004) citado por Puente (2008), Boutherin y Bron (2004), Hartmann y Kester (1995), las estacas obtenidas de árboles jóvenes arraigan más fácilmente que las obtenidas de árboles viejos. Un serio inconveniente según Hartmann *et al*. (1997), Zobelt y Talbert (1988**)** es que las características deseables no se muestran hasta después que la planta ha alcanzado la madurez; por lo tanto es conveniente realizar prácticas que induzcan a rejuvenecerlas. En el caso de propagación vegetativa en especies arbóreas, la edad conveniente de la planta madre para la obtención de los brotes es la juvenil, que es cuando arraigan con mayor facilidad, una de las técnicas utilizadas con estos fines es el de seto vivo.

En el presente trabajo se trabajó con estaquillas procedentes de un árbol adulto de aproximadamente de unos 50 años de edad.

### 2.1.4.3. Tipo de madera seleccionada para estacas:

Se puede escoger desde las ramas terminales muy suculentas del crecimiento en curso, hasta grandes estacas de madera dura de varios años de edad. Es imposible establecer el tipo de material que sea mejor para todas las plantas. Lo que puede ser ideal para una planta, puede resultar una falla para otra (Hartmann y Kester, 1995).

### 2.1.4.4. Diferencias entre las diversas partes de la rama:

Es posible observar que los brotes tomados de distintas partes de un de vástagos terminales (Janick, 1965; citado por Tantas, 1994). árbol o estacas

tomadas de distintos brotes presentan crecimiento diferencial en una plantación inclusive si se mantiene la igualdad de los demás factores (Martínez *et al*., 1994) la topófisis tiene un marcado efecto sobre el desarrollo de un potente sistema radicular, encontrándose en muchos casos que el mayor enraizamiento se obtiene en la porción media y basal (Hartmann y Kester, 1995; Bañon *et al*., 2002), de igual forma los vástagos laterales tienden a enraizar con más facilidad que los procedentes.

Mesen (1998), indica que a lo largo de un brote se presentan gradientes hídricos, hormonales, de nutrientes e inhibidores de enraizamiento, variaciones en diámetro y longitud del entrenudo; se puede utilizar estacas provenientes de varias posiciones a lo largo del brote, aunque siempre hay que descartar el entrenudo apical por ser demasiado suculento y susceptible al marchitamiento, del mismo modo los entrenudo básales muy lignificados que muestran mayor dificultad para la iniciación de las raíces. Generalmente a los brotes en toda su longitud se les clasifica como basal, media y apical

En especies arbóreas, utilizar ramas donde se observe crecimiento ortotrópico, y no crecimiento plagiotrópico, ya que estas no son aptas para la propagación, obteniéndose plantones con crecimiento anormal en forma de rama, por efecto de topófisis, esto ocurre como ejemplo en el cafeto y el copoazú (Hartmann y Kester, 1995).

**2.1.4.5. Madera floral o vegetativa:**

Osborn (1961) citado por Cuellar (1996) menciona que, a fin que se tenga la máxima capacidad de regeneración las plantas madres deben estar en crecimiento vegetativo activo, este mismo autor, menciona que no solo la iniciación de flores, sino el desarrollo de la misma inhibe el enraizamiento. Esto ocurre por una competición por fotoasimilados y en otros a un efecto hormonal antagónico de ambos procesos (López y Carazo, 2005).

Hay una variación en el resultado del enraizamiento que depende marcadamente de la posición del brote elegido en el árbol, así como la posición de la estaca tomada a lo largo del brote; en este caso, los mejores

enraizamientos se logran de la parte media y basal, el inconveniente de la parte apical es que se obtiene barbados con reducido sistema radicular, el mismo que en la etapa del trasplante, es afectado, por condiciones del estrés.

Cabe hacer una reflexión en cuanto a la importancia de la época en que se extraen los brotes para las estacas, así en un ensayo en *Nothofagus glauca*, en Argentina, Santelices (2007), logró el enraizamiento (66.7%) en estacas foliosas en el mes de noviembre, mas no, en el mes de enero donde el enraizamiento fue de 0%, esto posiblemente por las diferentes condiciones climáticas que influyen en la planta madre, tal como lo indica Agusti (2004) que afecta la capacidad de enraizamiento de las estacas (López y Carazo, 2005).

**2.1.4.6. Longitud y diámetro de las estacas:**

La longitud y diámetro de las estacas a usar es variable y depende de la especie que se desea producir. Lo más relevante del tamaño de la estaca, es que según lo determine el patrón de las longitudes del entrenudo, está estrechamente correlacionada con el porcentaje de estacas enraizadas, las estacas de la parte apical son las más largas y tienen mejor enraizamiento; sin embargo si todas las estacas se cortan a la misma longitud, las basales enraízan mejor (Leakey, 1985).

Bañon *et al.* (2002) afirma que la obtención de un sistema radicular de mayor peso seco, por lo tanto de mayor desarrollo, está relacionado con el peso seco de la estaca utilizada; lo que en principio hace pensar de utilizar aquellas de mayor grosor. Baggio (1982) citado por Díaz *et al.* (1991) menciona que probablemente, esto se debe al mayor contenido de sustancias de reserva de la estaca, las que intervienen en el proceso de formación de raíces.

El tamaño del sistema radicular formado está relacionado con la longitud y el diámetro del mismo, es un factor determinante en el proceso de enraizamiento; se consigue mejor respuesta de arraigue en las estacas de

mayor grosor y longitud; muchas plantas (*Ficus*, *Hibiscus*) enraízan fácilmente con estas dimensiones, sin embargo, esto es un inconveniente si se tiene escaso material vegetativo.

En la propagación vegetativa de especies forestales, Mesen (1998) indica que, las estacas de 3 a 6 cm son apropiadas con diámetros de 3 a 6 mm, dentro de este rango las estacas más gruesas son preferibles, normalmente los entrenudos son suficientemente largos para permitir estacas con la longitud recomendada. Se deben evitar estacas de menos de 3 cm de longitud.

### 2.1.4.7. Superficie y retención foliar de las estacas:

La presencia de hojas en las estacas, ejerce una influencia estimulante sobre la iniciación de raíces, debido a que son trasportados desde ella hasta la base de la estaca auxinas y carbohidratos (Hartmann y Kester, 1995); Además de esto, Weaver (1988) indica, que el buen enraizamiento depende de la presencia en las estacas de un cierto número de cofactores (complejo de sustancias indol y fenólicos junto con enzimas oxidativas), que en combinación con las auxinas permiten que las estacas echen raíces. La fuente de esos cofactores son por lo común las hojas, que son translocados basipetamente a la base de las estacas para favorecer la producción de raíces (Janick, 1965 citado por Tantas, 1994; PROFORFITH, 2000; Agusti, 2004).

### 2.1.4.8. Topofisis

La topófisis es definida como la posición de la estaca en el árbol y/o en la rama, es otro factor que condiciona la capacidad de enraizamiento de la estaca. Así por ejemplo Abadie y Schwyzer (1988), demostraron que las estacas de lupuna (*Chorisia sp*.) procedente de la parte basal del tallo de un árbol joven de 1.5 años presentó mayor porcentaje de enraizamiento. Castañeda (1984), demostró que las estacas de “Quinual”(*Polylepis racemosa*) procedente de la parte basal de las ramas son las que arrojaron mayor porcentaje de enraizamiento.

### 2.1.4.9. Medios de enraizamiento:

Un apropiado medio de propagación depende de consideraciones como: la especie, tipo de estaca, estación, sistemas de propagación, el costo y disponibilidad de los componentes; por otro lado, un buen sustrato debe tener una buena porosidad que facilite la evacuación de agua y aireación, una buena capacidad de retención de humedad, ser estable y ser irreprochable en el plano sanitario, pudiendo adquirirse esta cualidad por desinfección química y física (Boutherin y Bron, 1994).

Además, Hartmann y Kester (1995) mencionan que el medio para enraizamiento tiene cuatro funciones:

1. Para sostener a la estaca en el lugar durante el período de enraizamiento.
2. Para proveer humedad a la estaca.
3. Para permitir penetración y el intercambio de aire en la base de la estaca.
4. Para crear un ambiente de oscuridad en la base de la estaca.

La relación entre aire, agua y el medio de enraizamiento juega un papel importante en el éxito de la macropropagación, al influir en la disponibilidad de oxigeno que pueda haber en la base de la estaca, donde las raíces son formadas (Haissig, 1986; citado por Ruiz, 2009).

Las estacas de muchas especies de plantas, enraízan con facilidad en una gran diversidad de medios, pero en aquellas que lo hacen con dificultad, puede tener gran influencia el tipo de medio de enraíce que se use, afectando el porcentaje y calidad de las raíces en las estacas (Hartmann *et al.*, 1997). Por ejemplo, en arena lavada de río, las raíces son largas no ramificadas y quebradizas, mientras tanto en mezclas de arena con aserrín de madera de color bien descompuesto o musgo, las raíces son mas ramificadas, delgadas, flexibles y más apropiadas para extraerlas y suplantarlas. Esto se explica, por la diferencia del contenido de humedad y aire en cada sustrato, dado que, la mezcla contiene el doble de aire y guarda mejor la humedad que la arena (PROFORFITH, 2000).

Está probado que el enraizamiento aumenta con pH de 6.5 - 7.0, a incrementos del porcentaje de calcio y en un medio de enraíce (Longman, 1993); sin embargo, para facilitar la extracción se recomienda sustratos porosos como arena de rio, grava fina, aserrín descompuesto, pero para trasplante en adobe, se puede usar mezclas de estos materiales con tierra o turba (Soudre *et al*., 2008). En consecuencia, el medio de enraizamiento no solo es importante por ser el lugar donde se iniciarán y formarán las raíces adventicias, sino también, por que provee de condiciones de humedad, aire y oscuridad necesaria para facilitar su desarrollo.

### 2.1.4.10. Reguladores de crecimiento:

Es relevante en este punto definir los conceptos y diferencias entre hormonas vegetales y sustancias reguladoras de crecimiento en las plantas:
**Hormonas vegetales:** son compuestos orgánicos distintos de los nutrientes que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican de alguna manera cualquier proceso fisiológico en las plantas; de ordinario en la planta se mueven de un sitio de producción a un sitio de acción (Vejarano y Manrique, 1984 citado por Navarro, 1984; Hartmann y Kester, 1995).

**Sustancias reguladoras de crecimiento en las plantas:** son compuestos sintéticos u hormonas vegetales que modifican procesos fisiológicos de las plantas; regulan el crecimiento imitando a las hormonas, influyendo en la síntesis, destrucción, translocación o (posiblemente) modificando los sitios de acción de las hormonas (Vejarano y Manrique, 1984 citado por Navarro, 1984; Hartmann y Kester, 1995), el término regulador debe usarse en vez de hormona, al referirse a productos químicos sintéticos que se utiliza en el campo agrícola (Navarro, 1984).

La estimulación de la iniciación de las raíces constituyó, la primera aplicación práctica de los reguladores de crecimiento, siendo el propósito de este tratamiento, incrementar el “prendimiento” de las estacas. Por otra parte, los efectos favorables de su uso son la estimulación de la iniciación de las raíces, incrementar el porcentaje de estacas que forman raíces y acelerar el tiempo de enraizamiento; efecto que conducen a un ahorro de mano de obra

y a la liberación más rápida del espacio en los viveros (Weaver, 1990). Sin embargo, el tamaño final y el vigor de las plantas tratadas no son mayores que el obtenido de plantas no tratadas (Hartmann y Kester, 1995).

En No hay una relación directa entre la forma taxonómica (clasificación) y la respuesta al enraizamiento, pues incluso dentro de una misma especie, su efecto puede variar mucho de una variedad a otra; en general, los compuestos químicos del tipo auxínico han surtido mejores efectos al aplicarse a estacas de plantas herbáceas que a las de madera dura; sin embargo, el mejor uso de las hormonas de enraizamiento son en estacas de plantas que enraízan con o moderada dificultad, puesto que, en plantas que enraícen con facilidad no se justifican los gastos y esfuerzos adicionales del tratamiento, (Weaver, 1990). Asimismo, cabe destacar que existe un límite muy estrecho entre la cantidad óptima para estimular el enraizado y la cantidad que es perjudicial para las estacas (Cuculiza, 1956).

En consecuencia, estas sustancias deben ser manipuladas con precaución por que las sensibilidades específicas y varietales son muy grandes, por lo tanto, es necesario respetar escrupulosamente las instrucciones de empleo y no vacilar en hacer ensayos previos para determinar la materia activa y la dosificación más oportuna (Boutherin y Bron, 1994). El evidente uso de reguladores de crecimiento es económicamente factible en especies de moderado o difícil enraizamiento, en tanto, la dosis adecuada se debe determinar en base a ensayos, pero como regla general, podemos aplicar concentraciones menores a especies herbáceas y mayores a especies arbóreas

#### 2.1.4.10.1. Tipos de reguladores de crecimiento:

Los cinco grupos principales de hormonas y reguladores de crecimiento son, las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido absicico y etileno; no obstante, los dos primeros son los más usados en la práctica de propagación por estacas (Rojas *et al*., 2004).

### 2.1.4.10.2. Auxinas:

La auxina fue la primera hormona que se descubrió en las plantas (Taíz y Zeiger, 2006) intervienen en actividades de la planta como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de las hojas y frutos y en la activación de las células del cambium (Hartmann y Kester, 1995); estas sustancias se sintetizan en el ápice caulinar y son transportados basipetamente desde el ápice a las partes inferiores de la planta (Taíz y Zeiger, 2006).

Cabe mencionar, que el propósito de tratar con auxinas a las estacas es aumentar el porcentaje de estacas que forman raíces, acelerar la iniciación de ellas, aumentar el número y calidad de las raíces y mejorar la uniformidad del enraizamiento (Hartmann y Kester, 1995). Dentro de los reguladores de crecimiento del tipo auxina que influyen en el enraizamiento tenemos: el ácido indolacético (AIA), el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA), sin embargo, las dos últimas a menudo son más eficaces cuando se utilizan en combinación, que cualquiera de ambos utilizados por separado (Weaver, 1990). A continuación describo cada uno de ellos:

- **Ácido indolacético (AIA):** Es la auxina natural que se encuentra en todas las plantas. El AIA es obtenido por síntesis, es poco tóxico para la plantas y es degradado rápidamente por las bacterias y el suelo (Boutherin y Bron, 2004). Además, es muy inestable en las plantas y se descompone rápidamente en soluciones no esterilizadas aun cuando permanece activo en soluciones estériles durante varios meses. Cabe destacar que, los rayos fuertes del sol pueden destruir en 15 minutos una solución de 10 ppm de AIA. (Weaver, 1990; Cuculiza, 1956).

- **Ácido indolbutírico (AIB):** Producto de síntesis, tiene una débil actividad auxinica en general pero una excelente acción rizógena (Boutherin y Bron, 1994). Sin embargo, el AIB es probablemente el mejor material para uso masivo debido a que no es toxico para las plantas en una amplia gama de concentraciones y es efectivo para estimular el enraizamiento de un gran número de especies de plantas (Hartmann y Kester, 1997). Los

sistemas de enzimas destructores de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta, además se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación (Weaver, 1990), y es fotoestable (Hartmann y Kester, 1990). La mayoría de las especies forestales enraízan bien con dosis de 0,2% a 0.3% de AIB, aunque algunas pueden requerir dosis mayores o menores (Soudre et al., 2008; Mesen, 1998).

- **Ácido naftalenacético (ANA):** es obtenido por síntesis, tiene una gran actividad auxínica general y rizógena. Es bastante estable y es ligeramente más toxico para la planta que el AIB. Según Beaulieu (1973), citado por Leví (1987) su empleo es más delicado, porque el margen entre el umbral de su actividad y el umbral de su toxicidad es más pequeño.

### 2.1.4.10.3. Citoquininas

Son hormonas vegetales de crecimiento que intervienen en el crecimiento y diferenciación de las células. Diversos materiales naturales y sintéticos como zeatina, kinetina, 6-benciladenina; tienen actividad de citoquinina (Hartmann y Kester, 1995). Se producen en las zonas de crecimiento, como los meristemos en la punta de las raíces y son transportadas vía acropetala (de abajo hacia arriba) Rojas *et al*. (2004).

Generalmente, la proporción alta auxina y baja citoquinina, favorece la formación de raíces adventicias, en cambio, cuando es baja en auxina y alta en citoquinina se favorece la formación de brotes. Es por ello que las especies que en su naturaleza poseen altos niveles de citoquinina son más difíciles de enraizar que las que tienen niveles bajos y cuando se aplica citoquininas sintéticas normalmente inhibes la iniciación de raíces; sin embargo, cuando son aplicados en bajas concentraciones promueven la iniciación de raíces (Hartmann y Kester, 1995). A manera de resumen final, podemos afirmar que la auxina más utilizada por su acción rizógena es el AIB, sin embargo, se logran mejores resultados cuando éste se combina con

ANA. Por otra parte, la citoquinina en bajas cantidades favorece el enraizamiento.

### 2.1.5. Definición de términos básicos

- **Subirrigación:** Sistema de riego que entrega el agua en una superficie donde se colocan las plantas de almácigo. El agua entra en el contenedor a través de los orificios de drenaje por capilaridad desde abajo, siendo el medio generalmente la arena fina.

- **Aclimatación:** Incluye el desarrollo de un sistema radical adecuado para satisfacer los requisitos de la transpiración y acostumbrar a la estaca a una atmósfera más seca, después de haber permanecido en el aire húmedo del propagador.

- **Adventicio:** Desarrollo de órganos o embriones a partir de zonas poco usuales, incluyendo callo.

- **Arbóreo:** Que representa características de árbol. Planta perenne de tronco leñoso y elevado que se ramifica a cierta altura del suelo.

- **Auxinas:** Miembro de un grupo de hormonas vegetales, son sustancias naturales que se producen en las partes de la planta en face de crecimiento activo y regulan muchos aspectos del desarrollo vegetal. Estimulan la elongación y crecimiento de muchas células.

- **Basípeto:** Que se desarrolla desde un punto distal o apical hacia su base. Lo contrario de acrópeto.

- **Capilaridad:** Se entiende por capilaridad al fenómeno inverso de la permeabilidad, es decir el ascenso del agua de las capas inferiores del suelo a las superiores; la capilaridad determina en un suelo el movimiento del agua en todas direcciones.

- **Carbohidratos:** Grupo de compuestos que sirven como fuente de energía (glucosa, sacarosa, fructuosa, etc.).
- **Desdiferenciación:** Fundamento básico de la biotecnología vegetal, en el cual las células especializadas retornan a su estado meristemático. Es decir la transformación y pérdida de las características de especialización de un tipo celular, para dar lugar a células del tipo meristemático.
- **Edad ontogénica:** Distintas etapas de la evolución de un organismo individual o de alguna de sus partes desde su concepción en adelante.

- **Especie decidua:** Especie que pierde totalmente su follaje durante una parte del año. Muchas veces presente en zonas tropicales secas y zonas templadas frías. La pérdida de las hojas (caducidad foliar) es una adaptación a la estación seca.
- **Esquejes caulinares:** Estacas de tallos.

- **Latifoliado:** Plantas de hojas anchas.

- **Longitud del brote:** Es la distancia desde la base hasta el ápice de la misma.

- **Meristemo caulinar:** Se conioce también como punto vegetativo por su aptitud para neoformar raíces en su porción basal y reconstruir así la planta entera. La proliferación de estos "puntos vegetativos" es la esencia de la propagación vegetativa (Barbat, 2006).

- **Ortotropismo:** Condición de crecer en sentido vertical. El propágulo asume la forma erecta o normal del árbol.

- **Plagiotropismo:** condición de crecer en sentido oblícuo u horizontal. El propágulo vegetativo no asume la forma de un árbol, sinó que continúa creciendo como una rama.

- **Tela Raschell** (Sarán)**:** Malla de polietileno de alta densidad que regula el paso de luz, dando una variedad de porcentajes de sombra (40, 50, 60, 75

y 85 %).

- **Topófisis:** La topófisis consiste en un cambio de variación de fases de diferentes partes de la planta y cuyos meristemos perpetúan esas fases en la descendencia vegetativa.
- **Totipotencia:** Capacidad de regeneración de una planta entera a partir de una célula o grupo de células.
- **ROOT HOR:** Regulador de crecimiento que contiene:

  - Acido Naftalen Acético: 0.40 %
  - Acido 3 Indol Butírico: 0.10 %
  - Acidos Nucleicos : 0.10 %
  - Sulfato de Zinc : 0.40 %

## CAPITULO III : METODOLOGÍA

### 3.1. Hipótesis, variables y operacionalización de las variables.

### 3.1.1. Hipótesis:

**H1:**

- "La aplicación Root Hor en diferentes concentraciones y topofisis producen un alto porcentaje de enraizamiento, sobrevivencia, brote y callosidad en *Handroanthus impetiginosus* (Tahuarí Rosado), bajo el sistema de propagación por estacas provenientes de ramitas terminales de un árbol adulto defoliado en sub-irrigadores"

**H0:**

- "La aplicación Root Hor en diferentes concentraciones y topofisis no producen un alto porcentaje de enraizamiento, sobrevivencia, brote y callosidad en *Handroanthus impetiginosus* (Tahuarí Rosado), bajo el sistema de propagación por estacas provenientes de ramitas terminales de un árbol adulto defoliado en sub-irrigadores"

### 3.2. Variables:

### 3.2.1. Variable independiente (X)

- **X1. Topófisis (posición de las estacas en la rama)**
  - Estacas basales
  - Estacas medias
  - Estacas apicales
- **X2. Dosis del enraizador Root Hor**

**a) <u>Concentración comercial = 10000 ppm</u>**

- Ácido Alfa Naftalenacético (ANA) : 0.40 % = 4000 ppm
- Ácido 3 Indol Butírico (AIB) : 0.10 % = 1000 ppm
- Ácidos Nucleicos : 0.10 % = 1000 ppm
- Sulfato de Zinc : 0.40 % = 4000 ppm

**b) <u>Presentación comercial diluido al 50 % = 5000 ppm</u>**

- Ácido Alfa Naftalen Acético (ANA) : 0.20 % = 2000 ppm
- Ácido 3 Indol Butírico (AIB) : 0.05 % = 500 ppm
- Ácidos Nucleicos : 0.05 % = 500 ppm
- Sulfato de Zinc : 0.20 % = 2000 ppm

**c) <u>Testigo ( 0 % de Root Hor) = 0 ppm</u>**

### 3.2.2. Variable dependiente (Y).

- Y1. Enraizamiento
- Y2. Sobrevivencia
- Y3. Brotación
- Y4. Callosidad
- Y5. Longitud de raíces y brotes
- Y7. Número de raíces por estaca

### 3.2.3. Operacionalización de las variables

#### 3.2.3.1. Variables independientes

Cuadro 1: Factores de las variables independientes por cada tratamiento

| TRATAMIENTOS | TOPOFISIS | SOLUCIÓN ENRAIZADORA |
|---|---|---|
| T1 | Estacas basales | 10000 ppm |
| T2 | Estacas parte media | 10000 ppm |
| T3 | Estacas apicales | 10000 ppm |
| T4 | Estacas basales | 5000 ppm |
| T5 | Estacas parte media | 5000 ppm |
| T6 | Estacas apicales | 5000 ppm |
| T7 | Estacas basales | 0 ppm |
| T8 | Estacas parte media | 0 ppm |
| T9 | Estacas apicales | 0 ppm |

### 3.2.3.2. Variables dependientes

- Número de estacas vivas por tratamiento a los 60 días
- Número de brotes por estaca por cada tratamiento a los 60 días
- Número de estacas enraizadas por tratamiento a los 60 días
- Largo y número de raíces por estaca para cada tratamiento a los 60 días
- Número de estacas con callo por cada tratamiento a los 60 días

## 3.3. Metodología de la Investigación

### 3.3.1. Ubicación

El árbol de donde se colectaron las ramitas terminales de *Handroanthus impetiginosus* para la extracción de las estacas está ubicado en el Distrito de Manantay en las coordenadas **Este 550907 Norte 9071108**. Zona 18L. Error ± 4m 5509. Tal como es mostrado en el siguiente mapa.

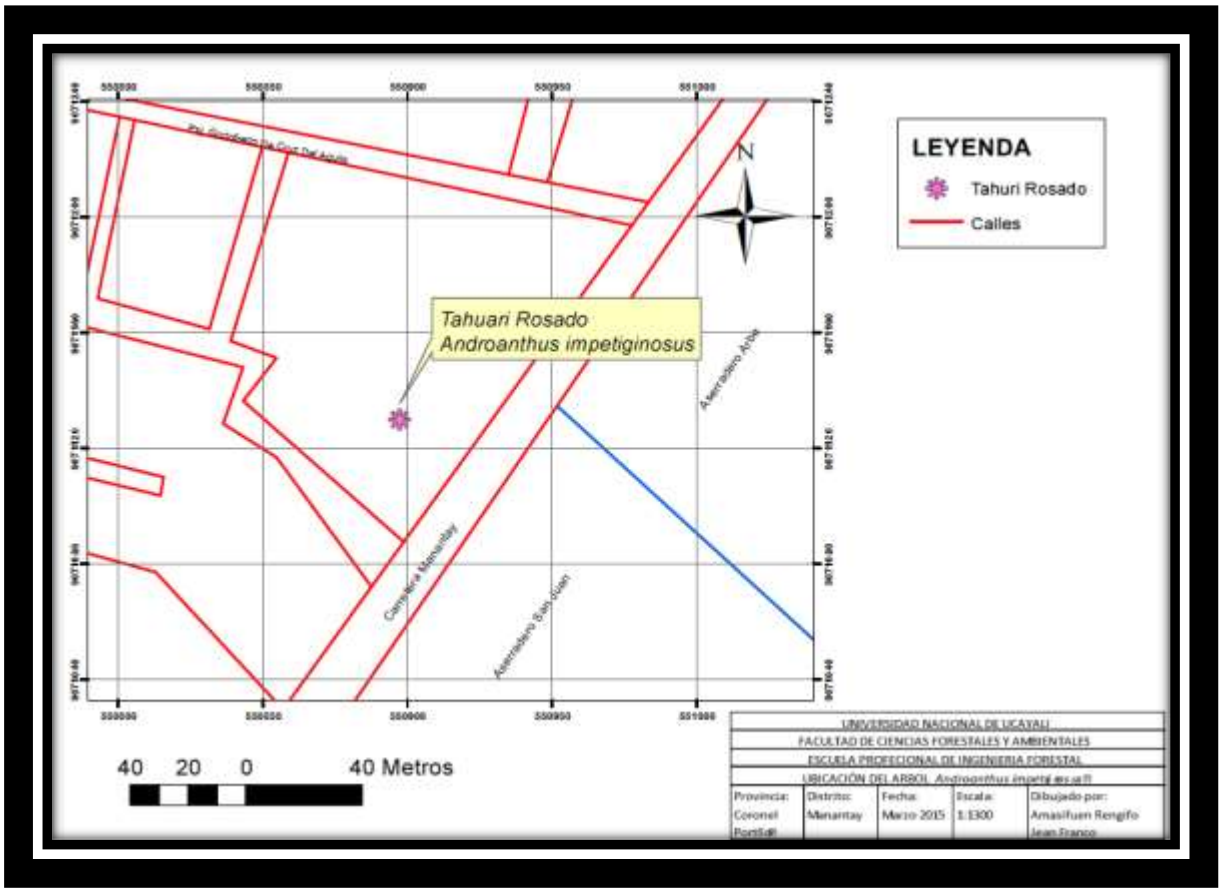



**Figura 1: Mapa de ubicación del área donde se encuentra el árbol de *Handroanthus impetiginosus* de donde se sacaron las estacas**

### 3.3.2. Método de Investigación

En el presente trabajo de investigación se empleó el tipo de investigación experimental que consistió en observar y evaluar la sobrevivencia, brotación, callosidad y emisión de raíces de las estacas procedentes de las ramitas terminales de un árbol adulto de ***Handroanthus impetiginosus*** sometidos a dos factores de evaluación (estacas basales, medias y apicales) y dos dosis diferentes de un enraizador comercial **Root Hor**, aplicado por 5 minutos a la base de las estacas (puro y diluido al 50 %), frente a un testigo al cual no se le aplico la solución enraizadora. El medio de cultivo fue una cámara de sub-irrigación en la cual todos los tratamientos estuvieron sometidos a las mismas condiciones ambientales.

El diseño experimental constó de un arreglo factorial con dos factores y 3 niveles por factor.
**Factor 1: Topófisis** (basal, medio y apical)

**Factor 2 : Dosis del enraizador** (10000 ppm, 5000 ppm y 0 ppm).

Luego los tratamientos fueron distribuidos al azar, en el cual cada tratamiento tuvo 3 repeticiones (unidades experimentales) lo que hacen un total de 3x3x3 = 27 unidades experimentales, con 10 estacas por unidad experimental, haciendo un total de 270 estaquillas en toda la cámara de sub-irrigación. (observar Figuras N° 2 y N° 3).

| TOPÓFISIS | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BASAL | | | MEDIO | | | APICAL | | |
| 10000 ppm | 5000 ppm | TESTIGO 0 ppm | 10000 ppm | 5000 ppm | TESTIGO 0 ppm | 10000 ppm | 5000 ppm | TESTIGO 0 ppm |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |

**Figura 2: Distribución de las 270 estaquillas de *Handroanthus impetiginosus* de acuerdo a la topófisis y al medio enraizador utilizado, en un diseño completamente randomizado (DCR) con dos factores**




**Figura 3 : Distribución en un diseño completamente al azar de las 9 unidades experimentales de *Handroanthus impetiginosus* dentro de la Cámara de Subirrigación**

### 3.3.3. Población y muestra

#### 3.3.3.1. Procedencia del material experimental

El material experimental (estacas) procedió de un árbol adulto de aproximadamente unos 50 años de edad de ***Handroanthus impetiginosus*** ubicado en el Distrito de Manantay en las coordenadas Este 550907 Norte 9071108. Zona 18L. Error ± 4m 5509.

#### 3.3.3.2. Población y tamaño de la muestra

La población fue todas las ramitas terminales del árbol de ***Handroanthus impetiginosus***, y la muestra las 270 estaquillas de 10 cm de longitud y un diámetro aproximado de 0.5 – 1.5 cm.

#### 3.3.3.3. Instrumentos de recolección de datos

##### 3.3.3.3.1. Materiales, equipos y herramientas

- Tijera telescópica de podar plantas
- Tijera de podar manual, tipo pico de loro
- Machete
- Palas
- Carretilla
- Manguera
- Madera (listones)
- Recipiente de plástico
- 01 mesa
- Rastrillo
- Pintura
- Candados
- Alicate
- Desarmador
- Bisagras
- Clavos de diferentes medidas
- Tornillos
- Tachuelas
- Cinta métrica

- Libreta de apuntes
- Lápiz y borrador
- Formato de toma de datos

#### 3.3.3.3.2. Materiales y equipos para el desarrollo del ensayo

- Cámara fotográfica digital
- Cámara de sub-irrigación
- 270 estaquillas de ***Handroanthus impetiginosus***
- Solución enraizadora **Root Hor** pura (comercial), y diluido al 50 %
- Luximetro
- Mica transparente N° 08
- Calibrador vernier
- Regla de 50 y 100 cm de longitud
- 01 pipeta de 10 ml
- 01 probeta de 100 ml
- 01 vaso de precipitación de 250 ml
- 01 vaso de precipitación de 500 ml
- 01 termómetro

#### 3.3.3.3.3. Materiales y equipos de procesamiento de datos

- Materiales de escritorio
- Material de impresión
- Computadora personal con impresora

### 3.4. Procedimiento de recolección de datos

### 3.4.1. Acondicionamiento de la cámara de sub-irrigación

La cámara de sub-irrigación estuvo instalado en el interior del Invernadero de Hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, cuyo techo está cubierto por planchas de calamina plástica transparente que lo protege de los rayos directos del sol o la lluvia (sombra controlada). El propagador de subirrigación es básicamente un marco de madera rodeado por plástico transparente para hacerlo impermeable; los primeros 25 cm de la base se

cubrieron con capas sucesivas de piedras grandes (6-10 cm de diámetro), piedras pequeñas (3-6 cm) y grava fina, y los últimos 5 cm con el sustrato de enraizamiento elegido (arena); los 20 cm basales se llenaron con agua (70 a 80 litros aproximadamente), de manera que el sustrato de enraizamiento siempre se mantuvo húmedo por la capilaridad (humedad relativa dentro de la cámara cercana al 100 %). Para introducir el agua y observar su nivel, se utilizó una tubería de plástico insertado verticalmente a través de las dos primeras capas superficiales (grava fina y sustrato). La caja se cubrió con una tapa bien ajustada forrada de plástico, para mantener la alta humedad interna, tal como lo indica **Longman (1993**) que un tamaño conveniente de una cámara de sub-irrigación es de 1 m de ancho y 2.5 m de largo y la altura debe estar entre 0,5 y 1 m, con una cubierta inclinada (**Figura N° 4**).

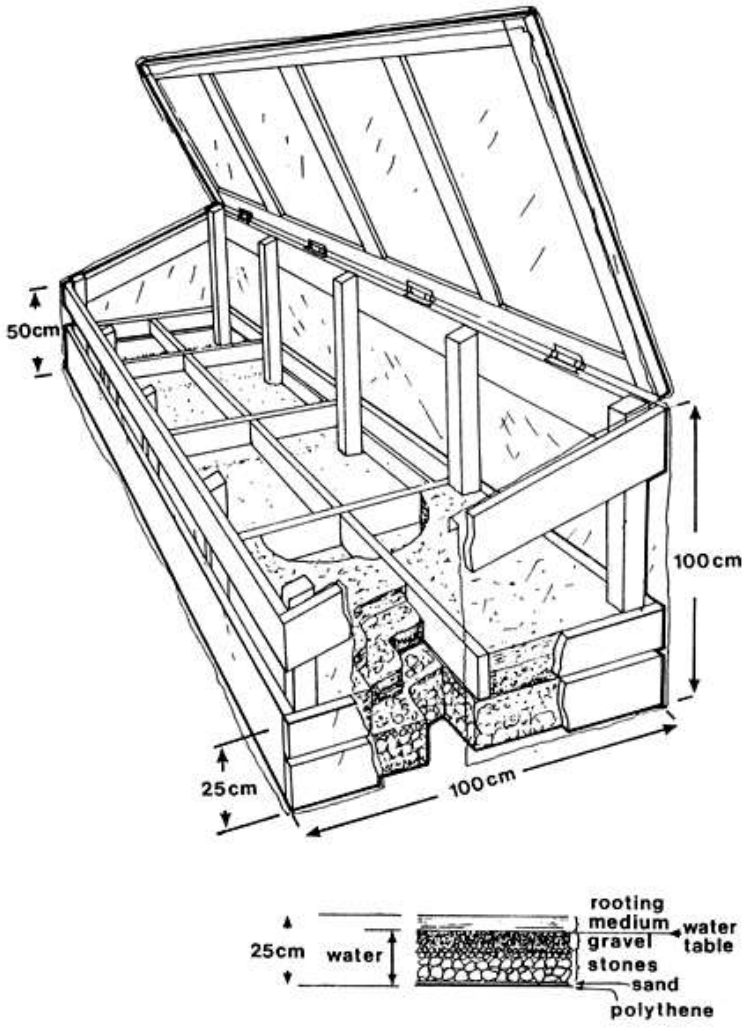



**Figura 4: Diseño de la cámara de sub-irrigación (tomado de Longman, 1993).**

### 3.4.2. Recolección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol

El presente trabajo de investigación se inició el 23 de agosto del 2015 cuando el árbol se encontraba completamente defoliado (sin hojas) como se puede observar en el anexo N° 4 Figura 12; las ramitas terminales proceden de la base de la copa de un árbol adulto de 50 años aproximadamente sin follaje de *Handroanthus impetiginosus*, del cual se cortaron en las primeras horas de la mañana ( 6 - 7 AM.) para evitar la evapotranspiración. El material cortado (ramitas terminales) de aproximadamente de 50 cm de longitud y un diámetro en la base de 1 – 2 cm se llevó envueltas en tela húmeda hasta el Laboratorio de Hidroponía de la UNU donde se le dio inmediatamente las medidas deseadas.

### 3.4.3. Preparación de las estaquillas en el laboratorio de Hidroponía

Una vez en el laboratorio, a las ramitas terminales se les dio el tamaño definitivo (10 cm de longitud por segmento) para lo cual se cortaron las ramitas con una tijera de podar tipo pico loro bien afilada y libre de óxido; el corte en cada extremo del segmento fue recto y nítido sin desgarramiento de la corteza y se les fue colocando a las estaquillas separadas por secciones (basal, medio y apical) en bandejas con agua para evitar que se deshidraten hasta terminar de cortar todas las estaquillas; haciendo un total de 90 estaquillas para cada sección.

### 3.4.4. Preparación de la solución enraizadora

La solución enraizadora (**Root Hor**) fue de tipo comercial, y se venden en frascos sellados de 250 ml cada uno, y tienen las siguientes especificaciones técnicas:

**PRODUCTO : Root Hor – Regulador del crecimiento**

**1.- N° REG. PBUA N° 057 – SENASA**

**2.- INGREDIENTES ACTIVOS :**

- Ácido Alfa Naftalen acético 0.40 %
- Ácido 3 Indol Butírico 0.10 %
- Ácidos Nucleicos 0.10 %
- Sulfato de Zinc 0.40 %

**3.- CARACTERÍSTICAS : Físico – Químicas**

- Estado físico : Líquido
- Color : Turquesa
- Olor : Característico
- Densidad : 1.03 +/- 0.01
- pH : 2.5 +/- 0.2
- Solubilidad en agua : 100 % soluble
- Estabilidad : Estable
- Inflamabilidad : No inflamable
- Explosividad : No explosivo
- Corrosividad : No corrosivo
- Combustibilidad : No combustible
- Estabilidad de almacenamiento : Estable 2 años

**4.- FORMULACIÓN : Concentración soluble**

**5.- MODO DE ACCIÓN** :

Generalmente la producción natural de las hormonas responsables del enraizamiento, están sujetas a los niveles de concentración de otras hormonas, ya que en forma natural la planta trata de tener un equilibrio en su crecimiento, con Root Hor se favorece la acción de las auxinas en forma armónica.

Root Hor es un producto que penetra en los tejidos celulares y ocasiona una favorable concentración de auxinas, básicamente Alfa Naftalenacético (ANA) y el Ácido Indol Butírico (AIB) en la planta, estimulando el desarrollo radicular. En conjunto las fitohormonas actúan en la formación de raíces, especialmente estacas, acodos y frutales, esquejes de diversos cultivos, emitiendo raicillas en corto tiempo.

**6.- MOMENTO DE APLICACIÓN** :

Se aplicaron dos dosis del enraizador Root Hor que se explica en la Variables Independientes X2 :

a) Concentrado de acuerdo a la presentación comercial que se especifica en la etiqueta del producto y que fue descrito en el punto 3.4.4.

b) Dilución del producto al 50 %, que equivale a 5,000 ppm de todos los componentes, que se especifica en el punto 3.2.1. en b).

c) Un testigo al que no se le aplico la solución a las estacas ( 0 ppm ).

Luego las estaquillas se colocaran dentro de un recipiente de vidrio graduado (vaso de precipitación de 500 ml), y la solución enraizadora cubrió a las estaquillas hasta una altura de 3 cm de su base, y estuvieron inmersas en ella por espacio de 5 minutos antes de proceder a plantarlos en la Cámara de Sub-irrigación de acuerdo a los tratamientos antes indicados.

### 3.4.5. Plantado de las estacas en la cámara de sub-irrigación

Se colocaron 30 estaquillas de *Handroanthus impetiginosus* por cada tratamiento de enraizamiento (incluido las tres repeticiones), y 90 para cada sección de estacas (basal, medio y apical), lo que hizo un total de 270 estaquillas para los 9 tratamientos, distribuidas en un diseño completamente randomizado (DCR) con arreglo factorial 3 x 3 x 3, tal como se puede observar en las figuras N° 2 y N° 3.

Una vez transcurrido los 5 minutos de permanencia de las estaquillas en la solución enraizadora se procedió a plantarlas en la cámara de sub-irrigación, enterrándolas a una profundidad de 5 cm en forma vertical en cada uno de los tratamientos. La distancia entre estacas fue de 5 cm, y entre tratamientos y repeticiones de 20 cm, y estuvieron señaladas cada tratamiento con unos pequeños letreritos.

Concluido el proceso de plantación de las estacas, se procedió a cerrar herméticamente la cámara de sub-irrigación, para mantener la humedad y temperatura dentro de ella.

### 3.4.6. Evaluación de resultados

Los resultados se evaluaron cada 15 días para la observación de la aparición de brotes en las estacas, midiendo su número y largo de estas en cada uno de los tratamiento; igualmente se observó en cada una de estas fechas si las estacas permanecían vivas o se iban muriendo especialmente debido al ataque de hongos.

Después de transcurridos los 60 días se desenterraron las estacas en cada uno de los tratamientos para poder observar y medir la aparición de raíces y formación de callos en cada una de las estacas de acuerdo a los tratamientos planteados en el experimento, determinando de esta manera luego de la evaluación de los resultados, cual es el tratamiento más adecuado para el enraizamiento de estaquillas de ***Handroanthus impetiginosus*** de acuerdo a la concentración de la solución enraizadora empleada, y la posición de la estaca en la rama (basal, medio y apical), frente al testigo para el cual no se empleó ninguna sustancia enraizadora.

## 3.5. Tratamiento estadístico de los datos

### 3.5.1. Diseño estadístico

La distribución de las estaquillas se realizó en un diseño completamente randomizado con un arreglo factorial con dos factores (topófisis y concentración de la solución enraizadora); 3 niveles de posición de las estacas en las ramas (basal, medio y apical), y 3 dosis de la sustancia enraizadora **Root Hor** (10000 ppm, 5000 ppm y 0 ppm). Cada tratamiento tuvo 3 repeticiones lo que hacen un total de 27 unidades experimentales, con 10 estacas por cada unidad experimental lo que hacen un total de 270 estaquillas para todo el experimento.

Los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza de los dos factores y sus interacciones aplicando el software estadístico STATISCA versión 10, para lo cual se utilizó la **Matriz de base de datos** que se presenta en el **Anexo N° 3**, para determinar la naturaleza de las diferencias entre tratamientos (observar tablas del 7 al 11).

**Primer factor:**

**Nivel de corte de las estacas (topófisis) :** Basal, medio y apical

**Segundo factor :**

**Tres concentraciones de la solución enraizadora :** 10000 ppm, 5000 ppm y 0 ppm.

## CAPÍTULO IV : RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Clasificación taxonómica y descripción de la especie estudiada

### A. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPECIE ESTUDIADA

REINO : Plantae
DIVISIÓN : Magnoliophyta
CLASE : Magnoliopsida
ORDEN : Lamiales
FAMILIA : Bignoniaceae
GENERO : Androanthus
ESPECIE : ***Handroanthus impetiginosus*** **( Mart. ex DC. ) Standl.**

SINÓNIMO : *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.

### B. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Es un árbol de buen porte, de corteza de aspecto rugoso color pardo negruzco, y pueden alcanzar los 80 cm de diámetro en el tronco y los 30 m de altura, de los cuales 15 corresponden aproximadamente al fuste. La copa es semiglobosa, con el follaje concentrado en su parte más alta, el cual es caducifolio en época de floración, la cual ocurre en el mes de agosto; de hojas opuestas y pecioladas, muestran por lo general 7 folíolos glabros, éstos son elípticos y lanceolados, de 8 a 12 cm × 6 a 9 cm ; en la especie encontrada el margen es de borde entero, aunque cuando son plántulas tiernas los foliolos son un poco más grandes y los bordes del ápice son ligeramente aserrados.

En época de floración la copa se cubre completamente de flores de un color rosado y ocurre en los meses de setiembre, observándose a gran distancia y le dan un gran atractivo al árbol. Éstas son de forma tubular, la corola es por lo común rosada clara a púrpura, la cual presenta 5 lóbulos en el borde y supera los 4 cm de largo, y al interior de la garganta presenta una fina pubescencia de color blanquecino claro; presenta 4 estambres didínamos con tecas divaricadas. Fructifica cuando el árbol ya está completamente cubierto de hojas en el mes de

octubre, cuyo fruto es una cápsula cilíndrica y estrecha, dehiscente de aproximadamente 50-60 x 1.5-2.5 cm, que contiene numerosas semillas aladas de aspecto hialino; el árbol permanece cubierto completamente de hojas hasta fines del mes de julio del próximo año fecha en la que empieza a defoliarse, y estando completamente defoliado empieza a florecer en el mes de setiembre. En algunas partes de la amazonia peruana se le conoce como tahuarí negro; y en otros países como Argentina, Colombia, Paraguay y Centro América se le conoce como lapacho rosado.

## C. USOS

La corteza, de color castaño grisáceo oscuro, es dura y difícil de desprender; la medicina popular la emplea para las afecciones renales o vesicales. La madera es de color amarillento cremoso, apenas veteada, y muy dura y pesada (0,935 kg/dm$^3$); por su contenido en taninos es muy resistente a la intemperie. Aunque se emplea relativamente poco en mueblería, debido a la dificultad de su trabajo, se aprecia para piezas de exterior por su dureza e impermeabilidad; en el Perú se la usa para parquet, pero podría tener mucho más valor en el futuro como planta ornamental

Después de indicar la clasificación taxonómica y describir las características botánicas de la especie en estudio, a continuación se presentaran diversas tablas y figuras con sus respectivos análisis correspondientes:

### 4.2. Análisis de la supervivencia de las estacas de *Handroanthus impetiginosus.*

En la tabla 1 y figura N° 5 se puede observar la supervivencia de las estacas de ***Handroanthus impetiginosus*** a los 15, 30, 45 y 60 días de plantadas en la cámara de subirrigación sometidas a dos factores (3 dosis del enraizador Root Hor: 10000 ppm, 5000 ppm y 0.00 ppm) y 3 niveles de sección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol (basal, medio y apical), en la que se puede observar claramente que hasta los 30 días en cualquiera de los 9

tratamientos empleados las estacas están vivas en un 100 %, pero a partir de los 45 días las estacas se empiezan a morir por diversos factores, especialmente hongos debido a que se empezó a notar la formación de micelios en la parte apical de las estacas a pesar de haberse fumigado semanalmente con Benlate; otro factor que pudo haber causado la muerte de las estacas sobre todo las de la sección apical y media es de que las estacas al ser más delgadas tienen menor cantidad de sustancias de reserva en el tallo y si es que no han logrado enraizar hasta esta fecha empiezan a morir los brotes por falta de nutrientes, es por eso que las estacas basales que son más gruesas y tienen mayor cantidad de sustancias de reserva lograron permanecer con brotes hasta los 60 días a pesar de no haber enraizado.

A partir de los 45 días empieza a producirse una muerte brusca para cualquiera de los tratamientos, especialmente para las estacas de la sección apical en la que la mortandad es al 100 % en la que todas las estacas están muertas, y muy pocas estacas vivas de la sección de la parte media (observar tabla N° 1 y figura N° 5), y a los 60 días fecha en la que se desenterraron las estacas la mortandad es casi total como se aprecia en el Análisis de Varianza (ANOVA) en las tablas 7, 8 y 9 que se puede observar en el análisis de varianza según el Programa Estadístico STATISTICA versión 10; las filas con rojo que corresponden al factor **topófisis** (sección basal media y apical) son altamente significativos, en cambio las filas en negro que corresponden al factor **concentración de la solución enraizadora** según el programa aplicado dan como resultado que no son significativos para el caso de la supervivencia, numero de brotes y largo de brotes por estaca; de igual manera en las tablas 10 y 11 según el Programa estadístico aplicado ninguna de las filas aparecen en rojo, lo que significa de que ninguno de los tratamientos son significativos para el caso de **formación de callos y raíces**. De las pocas estacas que están vivas a los 60 días como se observa en la Tabla N° 5 solamente una de ellas en el Tratamiento T4R1 (estacas basales con 5000 ppm) presenta una raíz y un callo; al igual que en la Tabla N° 6 el tratamiento T4R1 (estacas basales con 5000 ppm) y el tratamiento T7R3 (estacas basales con 0.00 ppm) que también presenta un callo en cada tratamiento en los demás tratamientos no presentan ningún callo ni raíz.

### 4.3. Análisis de las estacas que presentan brotes, largo y número de brotes por estaca de *Handroanthus impetiginosus*

En las tablas N° 2, 3 y 4 se presentan para los dos factores y los 9 tratamientos aplicados, las estacas que presentan brotes por tratamiento, el número de brotes por estaca, y largo de brotes por estaca por tratamiento; de igual forma en las figuras N° 5 y 6 se ilustra cómo ha ido variando la supervivencia de las estacas y el número de estacas con brotes a los 15, 30, 45 y 60 días; y como ya lo explique anteriormente estas variaciones se deben a que las estacas apicales y medias tienen menor cantidad de sustancias de reserva por ser más delgadas y por eso mueren más rápido a diferencia de las estacas basales que son más gruesas, tienen mayor cantidad de sustancias de reserva y por eso que permanecen vivas hasta los 60 días a pesar de no haber enraizado; de igual manera para el caso del ANOVA de las tablas 8 y 9 solamente el factor **tópofisis** (sección basal, media y apical) resultan altamente significativos por eso aparecen en rojo en la tabla, y no así para el factor **concentración de la solución enraizadora** (10000 ppm, 5000 ppm y 0.0 ppm**)** que aparecen en números en negro que significa que no son significativos. En las figuras N° 7, 8, 9 y 10 se observan la supervivencia de las estacas, número de estacas con brotes, número y largo de brotes por estaca a los 60 días de evaluación en la que las estacas basales han obtenido los mejores resultados, seguidos por las de la sección de la parte media y que las estacas apicales presentan una respuesta negativa con cero por ciento para cualquiera de los tratamientos aplicados; de igual manera los tres tipos de concentración del enraizador Rot-Hor aplicados no presentan una diferencia significativa como se puede observar en el análisis de varianza ANOVA que se presentan en las tablas 7, 8 y 9.

En las figuras 11 y 12 se observan que el promedio del número de estacas con callo y con raíz es de 0.33 (3.3 %) para las estacas basales para los tres tipos de concentración del enraizador Root-Hor aplicados, y para las estacas de la parte media y apical es de cero por ciento. Los resultados encontrados para el nivel basal de las estacas que presentaron callo o raíz es no significativo como se puede observar en el análisis de varianza ANOVA en

las tablas 10 y 11 para cualquiera de los tratamientos aplicados.

Tabla 1: Evaluación de la supervivencia a los 15, 30, 45 y 60 días, de las estacas de Tahuarí rosado (*Handroanthus impetiginosus*) sometido a dos factores, (3 dosis del enraizador Root-Hor: 10000 ppm, 5000 ppm y 0.00 ppm) y 3 niveles de sección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol (basal, medio y apical)

| Días | Factores | Estacas vivas | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Nivel de corte de las estacas | | |
| | | Basal | Medio | Apical |
| 15 | 10000 ppm | T1R1 = 10<br>T1R2 = 10<br>T1R3 = 10 | T2R1 = 10<br>T2R2 = 10<br>T2R3 = 8 | T3R1 = 10<br>T3R2 = 10<br>T3R3 = 10 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 8<br>T4R2 = 10<br>T4R3 = 10 | T5R1 = 10<br>T5R2 = 10<br>T5R3 = 8 | T6R1 = 9<br>T6R2 = 10<br>T6R3 = 10 |
| | 0 ppm | T7R1 = 10<br>T7R2 = 10<br>T7R3 = 10 | T8R1 = 10<br>T8R2 = 10<br>T8R3 = 10 | T9R1 = 10<br>T9R2 = 10<br>T9R3 = 10 |
| 30 | 10000 ppm | T1R1 = 10<br>T1R2 = 10<br>T1R3 = 10 | T2R1 = 10<br>T2R2 = 10<br>T2R3 = 8 | T3R1 = 10<br>T3R2 = 10<br>T3R3 = 10 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 10<br>T4R2 = 10<br>T4R3 = 10 | T5R1 = 10<br>T5R2 = 10<br>T5R3 = 10 | T6R1 = 10<br>T6R2 = 10<br>T6R3 = 10 |
| | 0 ppm | T7R1 = 10<br>T7R2 = 10<br>T7R3 = 10 | T8R1 = 10<br>T8R2 = 10<br>T8R3 = 10 | T9R1 = 10<br>T9R2 = 10<br>T9R3 = 10 |
| 45 | 10000 ppm | T1R1 = 7<br>T1R2 = 1<br>T1R3 = 5 | T2R1 = 1<br>T2R2 = 0<br>T2R3 = 2 | T3R1 = 0<br>T3R2 = 0<br>T3R3 = 0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 6<br>T4R2 = 3<br>T4R3 = 4 | T5R1 = 1<br>T5R2 = 2<br>T5R3 = 0 | T6R1 = 0<br>T6R2 = 0<br>T6R3 = 0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 1<br>T7R2 = 4<br>T7R3 = 5 | T8R1 = 0<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 0<br>T9R2 = 0<br>T9R3 = 0 |
| 60 | 10000 ppm | T1R1 = 5<br>T1R2 = 1<br>T1R3 = 1 | T2R1 = 1<br>T2R2 = 0<br>T2R3 = 0 | T3R1 = 0<br>T3R2 = 0<br>T3R3 = 0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 3<br>T4R2 = 1<br>T4R3 = 4 | T5R1 = 1<br>T5R2 = 0<br>T5R3 = 0 | T6R1 = 0<br>T6R2 = 0<br>T6R3 = 0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 1<br>T7R2 = 2<br>T7R3 = 5 | T8R1 = 0<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 0<br>T9R2 = 0<br>T9R3 = 0 |

Tabla 2: Evaluación de las estacas que presentan brotes a los 15, 30, 45 y 60 días de Tahuarí rosado (*Handroanthus impetiginosus*).

| Días | Factores | Estacas con brotes | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Nivel de corte de las estacas | | |
| | | Basal | Medio | Apical |
| 15 | 10000 ppm | T1R1 = 0<br>T1R2 = 0<br>T1R3 = 0 | T2R1 = 2<br>T2R2 = 2<br>T2R3 = 2 | T3R1 = 4<br>T3R2 = 3<br>T3R3 = 2 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 1<br>T4R2 = 3<br>T4R3 = 2 | T5R1 = 1<br>T5R2 = 2<br>T5R3 = 1 | T6R1 = 7<br>T6R2 = 8<br>T6R3 = 5 |
| | 0 ppm | T7R1 = 1<br>T7R2 = 0<br>T7R3 = 0 | T8R1 = 1<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 3<br>T9R2 = 6<br>T9R3 = 2 |
| 30 | 10000 ppm | T1R1 = 5<br>T1R2 = 1<br>T1R3 = 4 | T2R1 = 2<br>T2R2 = 1<br>T2R3 = 3 | T3R1 = 0<br>T3R2 = 0<br>T3R3 = 0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 7<br>T4R2 = 3<br>T4R3 = 5 | T5R1 = 2<br>T5R2 = 3<br>T5R3 = 1 | T6R1 = 0<br>T6R2 = 0<br>T6R3 = 0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 2<br>T7R2 = 3<br>T7R3 = 4 | T8R1 = 1<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 0<br>T9R2 = 1<br>T9R3 = 0 |
| 45 | 10000 ppm | T1R1 = 7<br>T1R2 = 1<br>T1R3 = 2 | T2R1 = 1<br>T2R2 = 0<br>T2R3 = 1 | T3R1 = 0<br>T3R2 = 0<br>T3R3 = 0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 5<br>T4R2 = 2<br>T4R3 = 4 | T5R1 = 1<br>T5R2 = 2<br>T5R3 = 0 | T6R1 = 0<br>T6R2 = 0<br>T6R3 = 0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 1<br>T7R2 = 2<br>T7R3 = 4 | T8R1 = 0<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 0<br>T9R2 = 0<br>T9R3 = 0 |
| 60 | 10000 ppm | T1R1 = 5<br>T1R2 = 1<br>T1R3 = 1 | T2R1 = 1<br>T2R2 = 0<br>T2R3 = 0 | T3R1 = 0<br>T3R2 = 0<br>T3R3 = 0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 3<br>T4R2 = 1<br>T4R3 = 4 | T5R1 = 1<br>T5R2 = 0<br>T5R3 = 0 | T6R1 = 0<br>T6R2 = 0<br>T6R3 = 0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 1<br>T7R2 = 2<br>T7R3 = 5 | T8R1 = 0<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 0<br>T9R2 = 0<br>T9R3 = 0 |

Tabla 3: Evaluación del número de brotes por estaca a los 15, 30, 45 y 60 días de Tahuarí rosado (*Handroanthus impetiginosus*) sometido a dos factores, (3 dosis del enraizador Root-Hor: 10000 ppm, 5000 ppm y 0.00 ppm) y 3 niveles de sección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol (basal, medio y apical)

| Días | Factores | Número de brotes por estaca | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Nivel de corte de las estacas | | |
| | | Basal | Medio | Apical |
| 15 | 10000 ppm | T1R1 = 0.0<br>T1R2 = 0.0<br>T1R3 = 0.0 | T2R1 = 1.5<br>T2R2 = 1.0<br>T2R3 = 1.0 | T3R1 = 1.5<br>T3R2 = 1.6<br>T3R3 = 2.0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 1.0<br>T4R2 = 1.0<br>T4R3 = 1.5 | T5R1 = 1.0<br>T5R2 = 1.5<br>T5R3 = 2.0 | T6R1 = 1.6<br>T6R2 = 1.4<br>T6R3 = 2.0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 1.0<br>T7R2 = 0.0<br>T7R3 = 0.0 | T8R1 = 2.0<br>T8R2 = 0.0<br>T8R3 = 0.0 | T9R1 = 2.0<br>T9R2 = 1.7<br>T9R3 = 1.5 |
| 30 | 10000 ppm | T1R1 = 1.2<br>T1R2 = 1.0<br>T1R3 = 1.0 | T2R1 = 1.5<br>T2R2 = 1.0<br>T2R3 = 2.0 | T3R1 = 0.0<br>T3R2 = 0.0<br>T3R3 = 0.0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 1.3<br>T4R2 = 1.3<br>T4R3 = 1.6 | T5R1 = 1.5<br>T5R2 = 1.6<br>T5R3 = 1.0 | T6R1 = 0.0<br>T6R2 = 0.0<br>T6R3 = 0.0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 1.5<br>T7R2 = 1.3<br>T7R3 = 1.5 | T8R1 = 2.0<br>T8R2 = 0.0<br>T8R3 = 0.0 | T9R1 = 0.0<br>T9R2 = 2.0<br>T9R3 = 0.0 |
| 45 | 10000 ppm | T1R1 = 1.3<br>T1R2 = 1.0<br>T1R3 = 1.0 | T2R1 = 1.0<br>T2R2 = 0.0<br>T2R3 = 1.0 | T3R1 = 0.0<br>T3R2 = 0.0<br>T3R3 = 0.0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 1.0<br>T4R2 = 1.0<br>T4R3 = 1.0 | T5R1 = 1.0<br>T5R2 = 1.0<br>T5R3 = 0.0 | T6R1 = 0.0<br>T6R2 = 0.0<br>T6R3 = 0.0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 2.0<br>T7R2 = 1.0<br>T7R3 = 1.5 | T8R1 = 0.0<br>T8R2 = 0.0<br>T8R3 = 0.0 | T9R1 = 0.0<br>T9R2 = 0.0<br>T9R3 = 0.0 |
| 60 | 10000 ppm | T1R1 = 1.4<br>T1R2 = 1.0<br>T1R3 = 2.0 | T2R1 = 1.0<br>T2R2 = 0.0<br>T2R3 = 0.0 | T3R1 = 0.0<br>T3R2 = 0.0<br>T3R3 = 0.0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 1.3<br>T4R2 = 1.0<br>T4R3 = 1.3 | T5R1 = 2.0<br>T5R2 = 0.0<br>T5R3 = 0.0 | T6R1 = 0.0<br>T6R2 = 0.0<br>T6R3 = 0.0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 1.0<br>T7R2 = 1.5<br>T7R3 = 1.4 | T8R1 = 0.0<br>T8R2 = 0.0<br>T8R3 = 0.0 | T9R1 = 0.0<br>T9R2 = 0.0<br>T9R3 = 0.0 |

Tabla 4 : Evaluación del largo de los brotes que presentan las estacas a los 15, 30, 45 y 60 días de Tahuarí rosado (*Handroanthus impetiginosus*) sometido a dos factores, (3 dosis del enraizador Root-Hor: 10000 ppm, 5000 ppm y 0.00 ppm) y 3 niveles de sección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol (basal, medio y apical)

| Días | Factores | Largo de los brotes por estaca (cm) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Nivel de corte de las estacas | | |
| | | Basal | Medio | Apical |
| 15 | 10000 ppm | T1R1 = 0<br>T1R2 = 0<br>T1R3 = 0 | T2R1 = 1<br>T2R2 = 1.5<br>T2R3 = 1 | T3R1 = 1<br>T3R2 = 2.3<br>T3R3 = 3 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 1<br>T4R2 = 3.7<br>T4R3 = 1.5 | T5R1 = 1<br>T5R2 = 3<br>T5R3 = 1 | T6R1 = 2.1<br>T6R2 = 2<br>T6R3 = 2 |
| | 0 ppm | T7R1 = 1<br>T7R2 = 0<br>T7R3 = 0 | T8R1 = 1<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 5.7<br>T9R2 = 3<br>T9R3 = 5 |
| 30 | 10000 ppm | T1R1 = 3<br>T1R2 = 1<br>T1R3 = 3 | T2R1 = 5<br>T2R2 = 1<br>T2R3 = 1.7 | T3R1 = 0<br>T3R2 = 0<br>T3R3 = 0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 3.3<br>T4R2 = 4.7<br>T4R3 = 2.4 | T5R1 = 3<br>T5R2 = 3<br>T5R3 = 1 | T6R1 = 0<br>T6R2 = 0<br>T6R3 = 0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 4<br>T7R2 = 2.3<br>T7R3 = 2.5 | T8R1 = 1<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 0<br>T9R2 = 5<br>T9R3 = 0 |
| 45 | 10000 ppm | T1R1 = 2.8<br>T1R2 = 5<br>T1R3 = 2 | T2R1 = 5<br>T2R2 = 0<br>T2R3 = 2 | T3R1 = 0<br>T3R2 = 0<br>T3R3 = 0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 3.6<br>T4R2 = 3.5<br>T4R3 = 2 | T5R1 = 1<br>T5R2 = 3<br>T5R3 = 0 | T6R1 = 0<br>T6R2 = 0<br>T6R3 = 0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 6<br>T7R2 = 2.5<br>T7R3 = 2 | T8R1 = 0<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 0<br>T9R2 = 0<br>T9R3 = 0 |
| 60 | 10000 ppm | T1R1 = 2.3<br>T1R2 = 1.5<br>T1R3 = 4 | T2R1 = 0.5<br>T2R2 = 0<br>T2R3 = 0 | T3R1 = 0<br>T3R2 = 0<br>T3R3 = 0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 4.5<br>T4R2 = 3<br>T4R3 = 2.3 | T5R1 = 1<br>T5R2 = 0<br>T5R3 = 0 | T6R1 = 0<br>T6R2 = 0<br>T6R3 = 0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 5<br>T7R2 = 2.5<br>T7R3 = 1.8 | T8R1 = 0<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 0<br>T9R2 = 0<br>T9R3 = 0 |

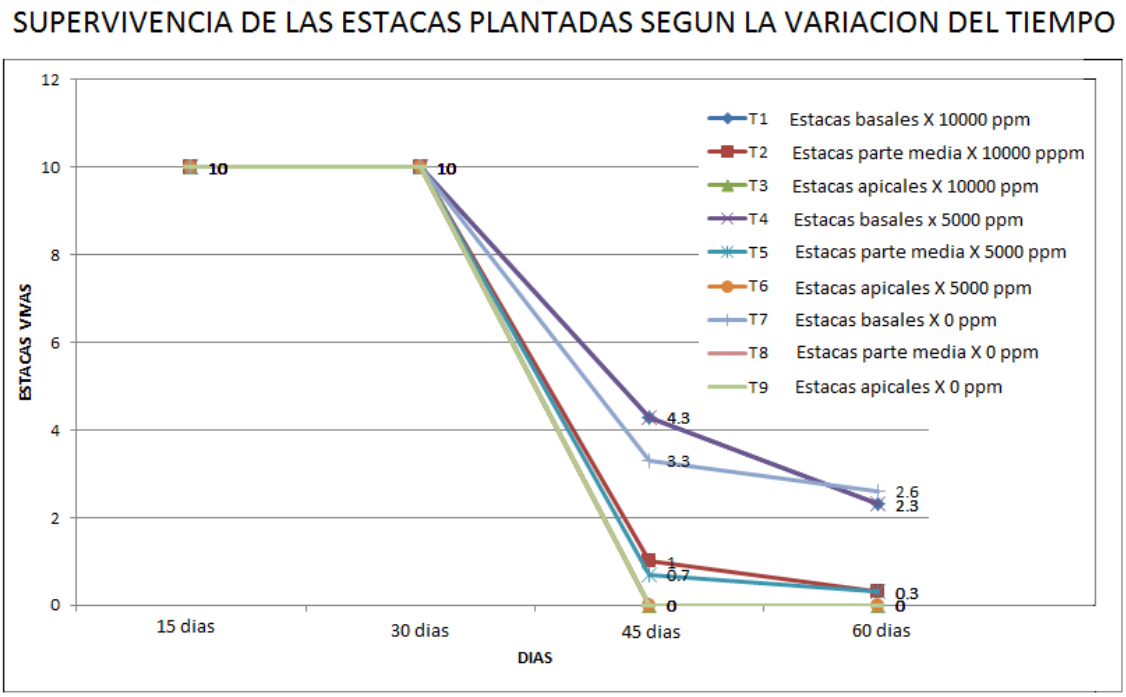



**Figura 5: Supervivencia de las estacas de *Handroanthus impetiginosus* en la cámara de subirrigación a los 15, 30, 45 y 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados.**

En la figura 5 se puede apreciar que hasta los 30 días todas las estacas están vivas para los 9 tratamientos aplicados, y que a partir de cuya fecha se presenta un descenso brusco de la supervivencia de las estacas, llegando a los 45 días con 4.3 estacas vivas para el tratamiento T4 (estacas basales con 5000 ppm), 3.3 estacas vivas para el tratamiento T7 (estacas basales con 0.00 ppm); para los demás tratamientos el número de estacas vivas es menor de 1 considerando un total de 10 estacas por repetición en cada tratamiento; a los 60 días solamente existen 2.6 estacas vivas para el tratamiento T7 y 2.3 estacas vivas para el tratamiento T4.

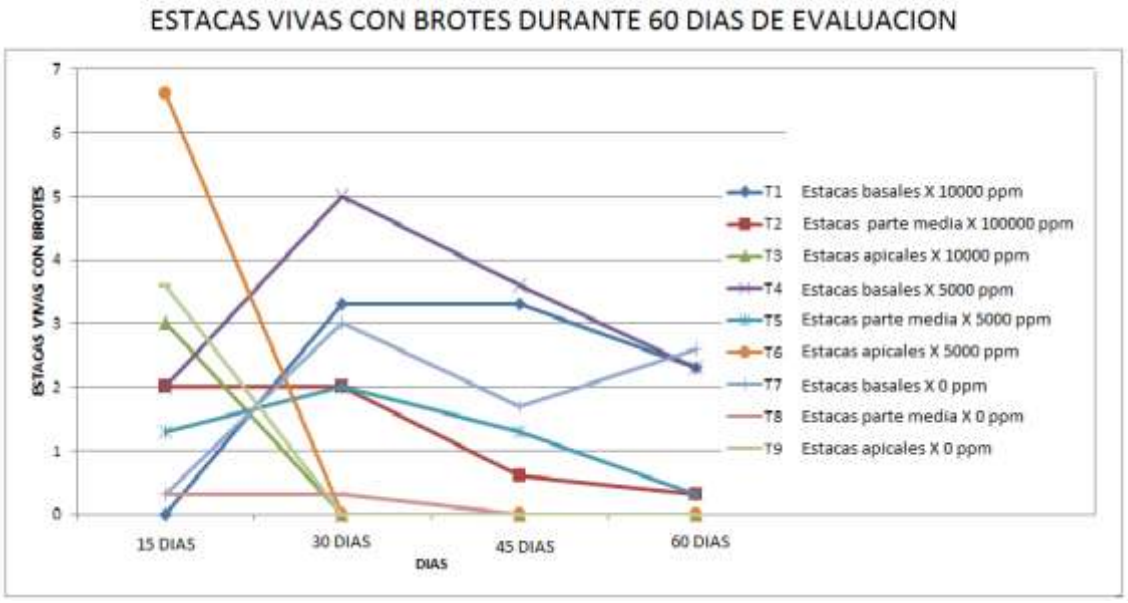



**Figura 6: Número de estacas con brotes de *Handroanthus impetiginosus* en la cámara de subirrigación a los 15, 30, 45 y 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados.**

En la figura 6 se observa que el tratamiento T6 (estacas apicales con 5000 ppm) presenta la mayor cantidad de estacas con brotes (6.5 de un total de 10) a los 15 días, pero a los 30 días han muerto totalmente los brotes ( 0 % ); igualmente T3 (estacas apicales con 10000 ppm) y T9 (estacas apicales con 0.00 ppm) presentan rápidamente brotes a los 15 días, pero a los 30 días mueren totalmente. Para el tratamiento T4 (estacas basales con 5000 ppm) a los 15 días solamente presenta 2 estacas con brotes, a los 30 días asciende a hasta 5 estacas con brotes (50 %), y a partir de esa fecha desciende bruscamente hasta llegar a 2.3 estacas con brotes a los 60 días; el tratamiento T1 (estacas basales con 10000 ppm) a los 15 días las estacas no presentan ningún brote, y de los 30 a 45 días se mantiene en 3.3 estacas con brotes, y a los 60 días desciende a 2.3 estacas con brotes; para los demás tratamientos el número de estacas con brotes es menor a 3, descendiendo hasta llegar casi a cero a los 60 días.

Tabla 5: Evaluación de las estacas de Tahuarí rosado (*Handroanthus impetiginosus*) que presentan raíz a los 60 días de haber sido plantadas, sometido a dos factores (3 dosis del enraizador Root-Hor: 10000 ppm, 5000 ppm y 0.00 ppm) y 3 niveles de sección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol (basal, medio y apical)

| Días | Factores | Estacas con raíz | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Nivel de corte de las estacas | | |
| | | Basal | Medio | Apical |
| 60 | 10000 ppm | T1R1 = 0<br>T1R2 = 0<br>T1R3 = 0 | T2R1 = 0<br>T2R2 = 0<br>T2R3 = 0 | T3R1 = 0<br>T3R2 = 0<br>T3R3 = 0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 1<br>T4R2 = 0<br>T4R3 = 0 | T5R1 = 0<br>T5R2 = 0<br>T5R3 = 0 | T6R1 = 0<br>T6R2 = 0<br>T6R3 = 0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 0<br>T7R2 = 0<br>T7R3 = 0 | T8R1 = 0<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 0<br>T9R2 = 0<br>T9R3 = 0 |

Tabla 6: Evaluación de las estacas de Tahuarí rosado (*Handroanthus impetiginosus*) que presentan callo a los 60 días de haber sido plantadas, sometido a dos factores (3 dosis del enraizador Root-Hor: 10000 ppm, 5000 ppm y 0.00 ppm) y 3 niveles de sección de las ramitas terminales de la base de la copa del árbol (basal, medio y apical)

| Días | Factores | Estacas con callo | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Nivel de corte de las estacas | | |
| | | Basal | Medio | Apical |
| 60 | 10000 ppm | T1R1 = 0<br>T1R2 = 0<br>T1R3 = 0 | T2R1 = 0<br>T2R2 = 0<br>T2R3 = 0 | T3R1 = 0<br>T3R2 = 0<br>T3R3 = 0 |
| | 5000 ppm | T4R1 = 1<br>T4R2 = 0<br>T4R3 = 0 | T5R1 = 0<br>T5R2 = 0<br>T5R3 = 0 | T6R1 = 0<br>T6R2 = 0<br>T6R3 = 0 |
| | 0 ppm | T7R1 = 0<br>T7R2 = 0<br>T7R3 = 1 | T8R1 = 0<br>T8R2 = 0<br>T8R3 = 0 | T9R1 = 0<br>T9R2 = 0<br>T9R3 = 0 |

### 4.4. Análisis de las estacas que presentaron raíz y callo a los 60 días de evaluación después de haber sido desenterradas.

Observando la tabla 5, en el tratamiento T4R1 (estacas basales con 5000 ppm), en la repetición N° 1 solamente una estaca presenta raíz, en el resto

de tratamientos ninguna de las estacas presenta raíz después de los 60 días de haberse plantado.

En la tabla 6, en el tratamiento T4R1 (estacas basales con 5000 ppm) solamente una estaca presentaba callo; y en el tratamiento T7R3 (estacas basales con 0.00 ppm) igual que en el caso anterior solamente una estaca presentaba callo, en el resto de tratamientos ninguna de las estacas presentaba callo después de los 60 días de haberse plantado.

### 4.5. Análisis de varianza para los diferentes tratamientos aplicados

La tabla 7 es el análisis de varianza (ANOVA) de las estacas vivas y con brotes a los 60 días de haber sido plantadas; aplicando el software estadístico STATISTICA 10 en dicho análisis se pudo encontrar que solamente la **topófisis** que se refiere a la procedencia de las estacas de donde fueron cortadas de las ramas del árbol (basal, medio y apical) tienen efecto **altamente significativo** en la supervivencia de las estacas y por eso aparecen con rojo, no así las tres concentraciones del enraizador aplicados (Root-Hor) que da como resultado que **no es significativo** como se verá más adelante en las diversas figuras que se presentan. Cabe indicar que las estacas vivas son aquellas que se encuentran verdes, con brotes o sin ellos, sin importar la presencia de raíces o callos.

En las tablas 7, 8 y 9 el grado de significancia (ANOVA) para el caso de las estacas vivas y con brotes, el número y largo de brotes por estaca, para el caso de la topófisis (basal, medio y apical) resulta **altamente significativo**, no así para las tres concentraciones del enraizador Root-Hor (0.00, 5000 y 10000 ppm) que resulta **no significativo**.

En las tablas 10 y 11 que se refiere a la presencia de callos o raíces en las estacas a los 60 días de haber sido plantadas, aplicando el ANOVA igual que los casos anteriores da como resultado que tanto la concentración del enraizador (Root-Hor), así como la procedencia de las estacas que se refiere a la **topófisis** (basal, medio y apical) **no tienen efecto significativo** para ninguno de los tratamientos aplicados por lo cual no aparecen en rojo, como se verá en las figuras que se presentan más adelante.

Tabla 7: Grado de significancia (ANOVA) de las estacas vivas y con brotes a los 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados en el experimento

| Effect | GRADO DE SIGNIFICANCIA ESTACAS VIVAS-PPM-SECCIÓN DEL TALLO<br>Sigma-restricted parameterization<br>Effective hypothesis decomposition<br>SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Partial eta-squared | Non-centrality | Observed power (alpha=0.05) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Intercept | 23.14815 | 1 | 23.14815 | 16.44737 | 0.000742 | 0.477464 | 16.44737 | 0.969330 |
| PPM | 0.07407 | 2 | 0.03704 | 0.02632 | 0.974065 | 0.002915 | 0.05263 | 0.053371 |
| PARTE DEL TALLO | 36.07407 | 2 | 18.03704 | 12.81579 | 0.000346 | 0.587455 | 25.63158 | 0.990219 |
| PPM*PARTE DEL TALLO | 0.37037 | 4 | 0.09259 | 0.06579 | 0.991348 | 0.014409 | 0.26316 | 0.060406 |
| Error | 25.33333 | 18 | 1.40741 | | | | | |
| Total | 61.85185 | 26 | | | | | | |
| Los números en rojo significan altamente significativos | | | | | | | | |

Tabla 8: Grado de significancia (ANOVA) del número de brotes por estaca a los 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados en el experimento.

| Effect | Univariate Tests of Significance, Effect Sizes, and Powers for N° BROTES POR ESTACA<br>Sigma-restricted parameterization<br>Effective hypothesis decomposition<br>SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Partial eta-squared | Non-centrality | Observed power (alpha=0.05) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Intercept | 8.222593 | 1 | 8.222593 | 36.63531 | 0.000010 | 0.670543 | 36.63531 | 0.999910 |
| PPM | 0.191852 | 2 | 0.095926 | 0.42739 | 0.658655 | 0.045335 | 0.85479 | 0.108707 |
| PARTE DEL TALLO | 8.511852 | 2 | 4.255926 | 18.96205 | 0.000037 | 0.678135 | 37.92409 | 0.999536 |
| PPM*PARTE DEL TALLO | 0.583704 | 4 | 0.145926 | 0.65017 | 0.634102 | 0.126242 | 2.60066 | 0.173583 |
| Error | 4.040000 | 18 | 0.224444 | | | | | |
| Los números en rojo significan altamente significativos | | | | | | | | |

Tabla 9: Grado de significancia (ANOVA) del largo de brotes por estaca a los 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados en el experimento.

| Effect | Univariate Tests of Significance, Effect Sizes, and Powers for LARGO BROTES POR ESTACA<br>Sigma-restricted parameterization<br>Effective hypothesis decomposition | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Partial eta-squared | Non-centrality | Observed power (alpha=0.05) |
| Intercept | 29.87259 | 1 | 29.87259 | 43.78719 | 0.000003 | 0.708677 | 43.78719 | 0.999990 |
| PPM | 0.35185 | 2 | 0.17593 | 0.25787 | 0.775501 | 0.027854 | 0.51574 | 0.084486 |
| PARTE DEL TALLO | 50.77852 | 2 | 25.38926 | 37.21553 | 0.000000 | 0.805260 | 74.43105 | 1.000000 |
| PPM*PARTE DEL TALLO | 0.53704 | 4 | 0.13426 | 0.19680 | 0.936834 | 0.041900 | 0.78719 | 0.082763 |
| Error | 12.28000 | 18 | 0.68222 | | | | | |
| Los números en rojo significan altamente significativos | | | | | | | | |

Tabla 10: Análisis de significancia (ANOVA) de las estacas que presentaron callo a los 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados en el experimento

| Effect | Univariate Tests of Significance, Effect Sizes, and Powers for ESTACAS CON CALLO<br>Sigma-restricted parameterization<br>Effective hypothesis decomposition | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Partial eta-squared | Non-centrality | Observed power (alpha=0.05) |
| Intercept | 0.148148 | 1 | 0.148148 | 2.000000 | 0.174363 | 0.100000 | 2.000000 | 0.267895 |
| PPM | 0.074074 | 2 | 0.037037 | 0.500000 | 0.614710 | 0.052632 | 1.000000 | 0.119395 |
| PARTE DEL TALLO | 0.296296 | 2 | 0.148148 | 2.000000 | 0.164304 | 0.181818 | 4.000000 | 0.358255 |
| PPM*PARTE DEL TALLO | 0.148148 | 4 | 0.037037 | 0.500000 | 0.736099 | 0.100000 | 2.000000 | 0.141578 |
| Error | 1.333333 | 18 | 0.074074 | | | | | |
| Ninguno de los tratamientos son significativos | | | | | | | | |

Tabla 11: Análisis de significancia (ANOVA) de las estacas que presentaron raíz a los 60 días de evaluación para los 9 tratamientos aplicados en el experimento.

| Effect | Univariate Tests of Significance, Effect Sizes, and Powers for ESTACAS ENRAIZADAS<br>Sigma-restricted parameterization<br>Effective hypothesis decomposition | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p | Partial eta-squared | Non-centrality | Observed power (alpha=0.05) |
| Intercept | 0.037037 | 1 | 0.037037 | 1.000000 | 0.330565 | 0.052632 | 1.000000 | 0.157451 |
| PPM | 0.074074 | 2 | 0.037037 | 1.000000 | 0.387420 | 0.100000 | 2.000000 | 0.196731 |
| PARTE DEL TALLO | 0.074074 | 2 | 0.037037 | 1.000000 | 0.387420 | 0.100000 | 2.000000 | 0.196731 |
| PPM*PARTE DEL TALLO | 0.148148 | 4 | 0.037037 | 1.000000 | 0.433165 | 0.181818 | 4.000000 | 0.252878 |
| Error | 0.666667 | 18 | 0.037037 | | | | | |
| Ninguno de los tratamientos son significativos | | | | | | | | |

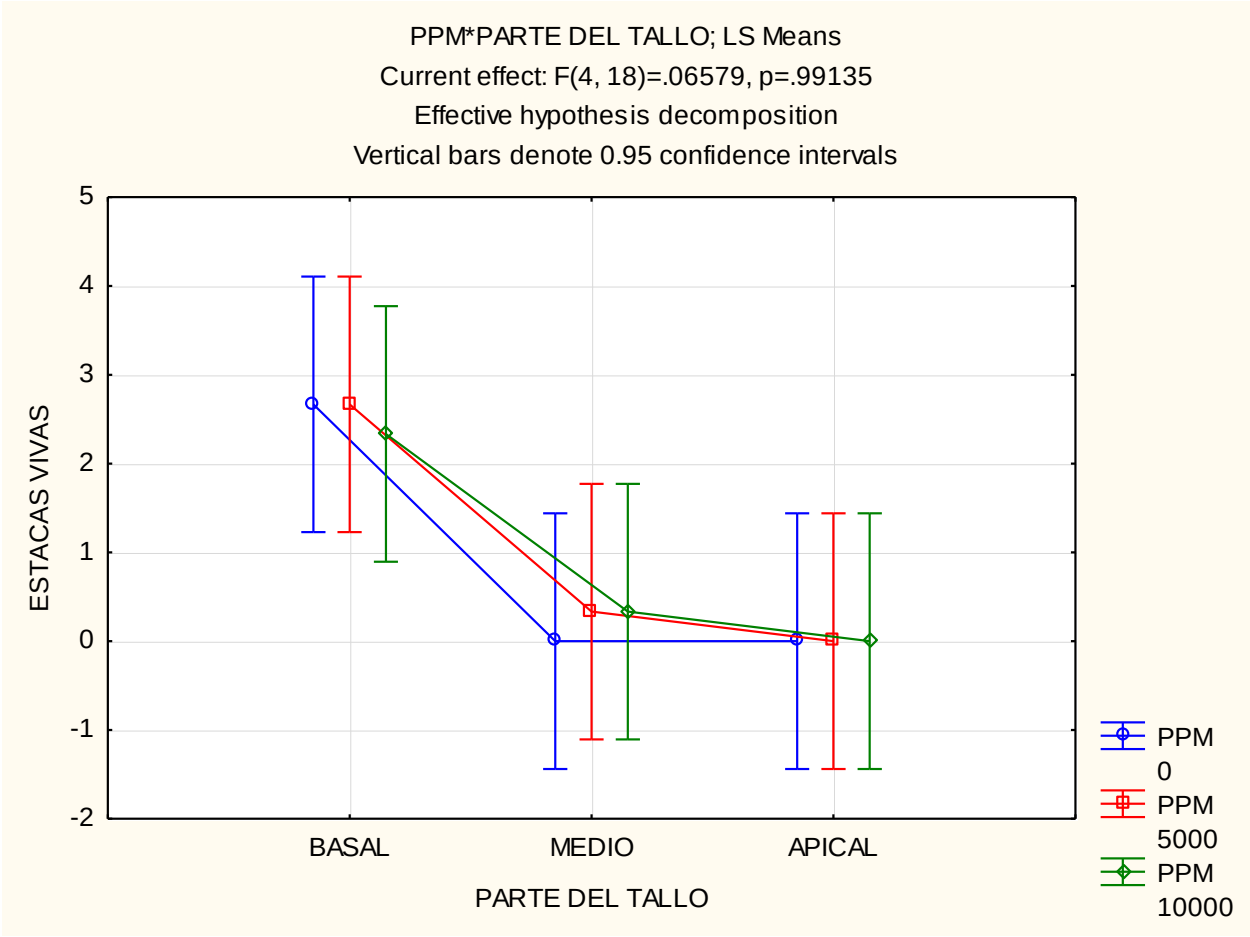



**Figura 7: Promedio de estacas vivas con sus intervalos de confianza de Handroanthus impetiginosus de acuerdo a la sección del tallo y la concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación.**

En la Figura 7 se observa que para la sección basal el número de estacas vivas varía entre 2.3 a 2.7 para las tres concentraciones del enraizador (Root Hor), mientras que para la sección media varía entre 0 y 0.4 estacas vivas, y para la sección apical el número de estacas vivas es de cero para los tres tipos de concentraciones del enraizador a los 60 días de evaluados, considerando 10 estacas por cada tratamiento.

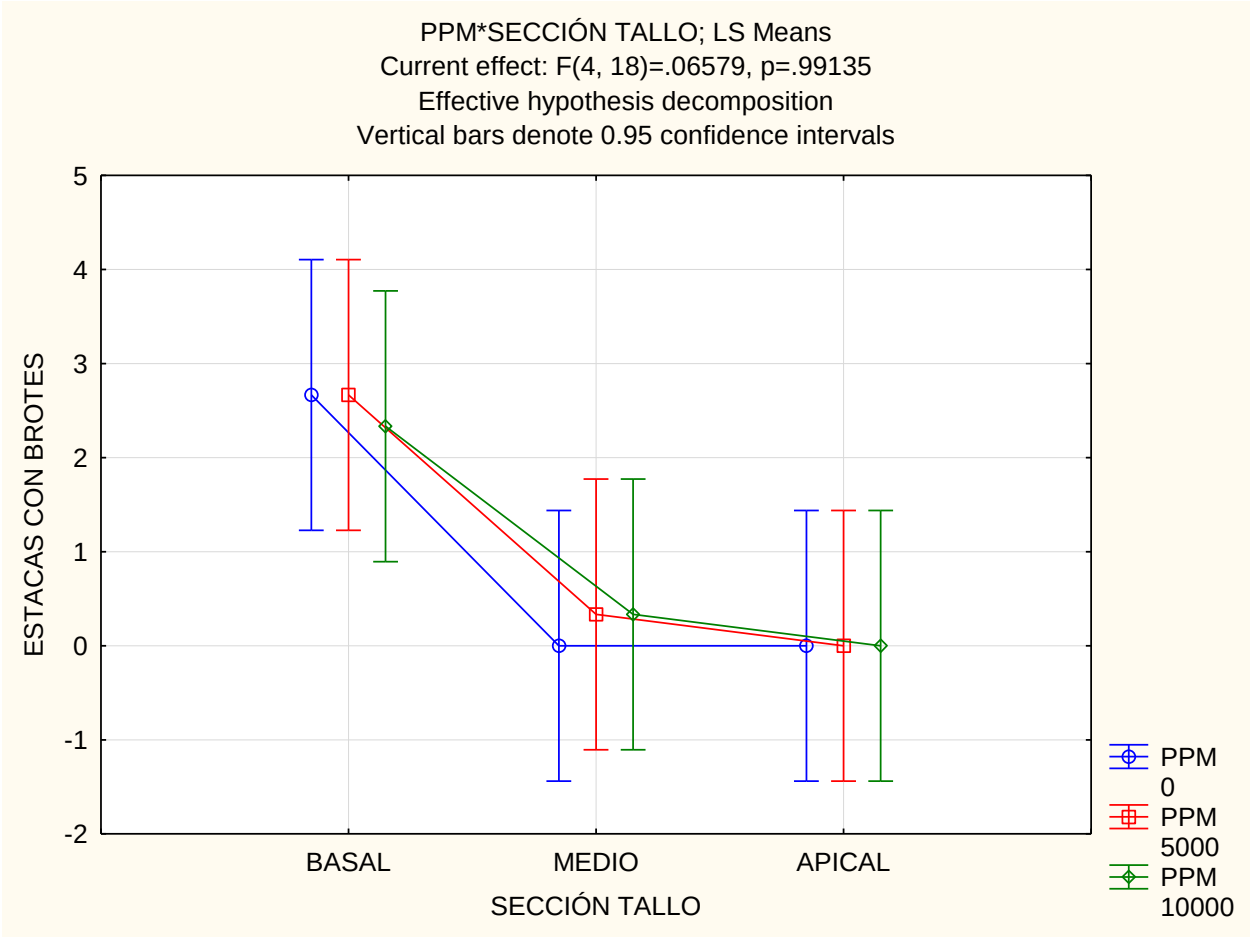



**Figura 8: Promedio de estacas con brotes con sus intervalos de confianza de *Handroanthus impetiginosus* de acuerdo a la sección del tallo y la concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación.**

En la Figura 8 se aprecia que a los 60 días de evaluación existen mayor número de estacas con brotes para la sección basal (2.7 estacas) para los tres tipos de concentraciones del enraizador (Root Hor en ppm ), mientras que para la sección media es menor que uno, y para la apical es cero el número de estacas con brotes para los tres tipos de concentraciones del enraizador.

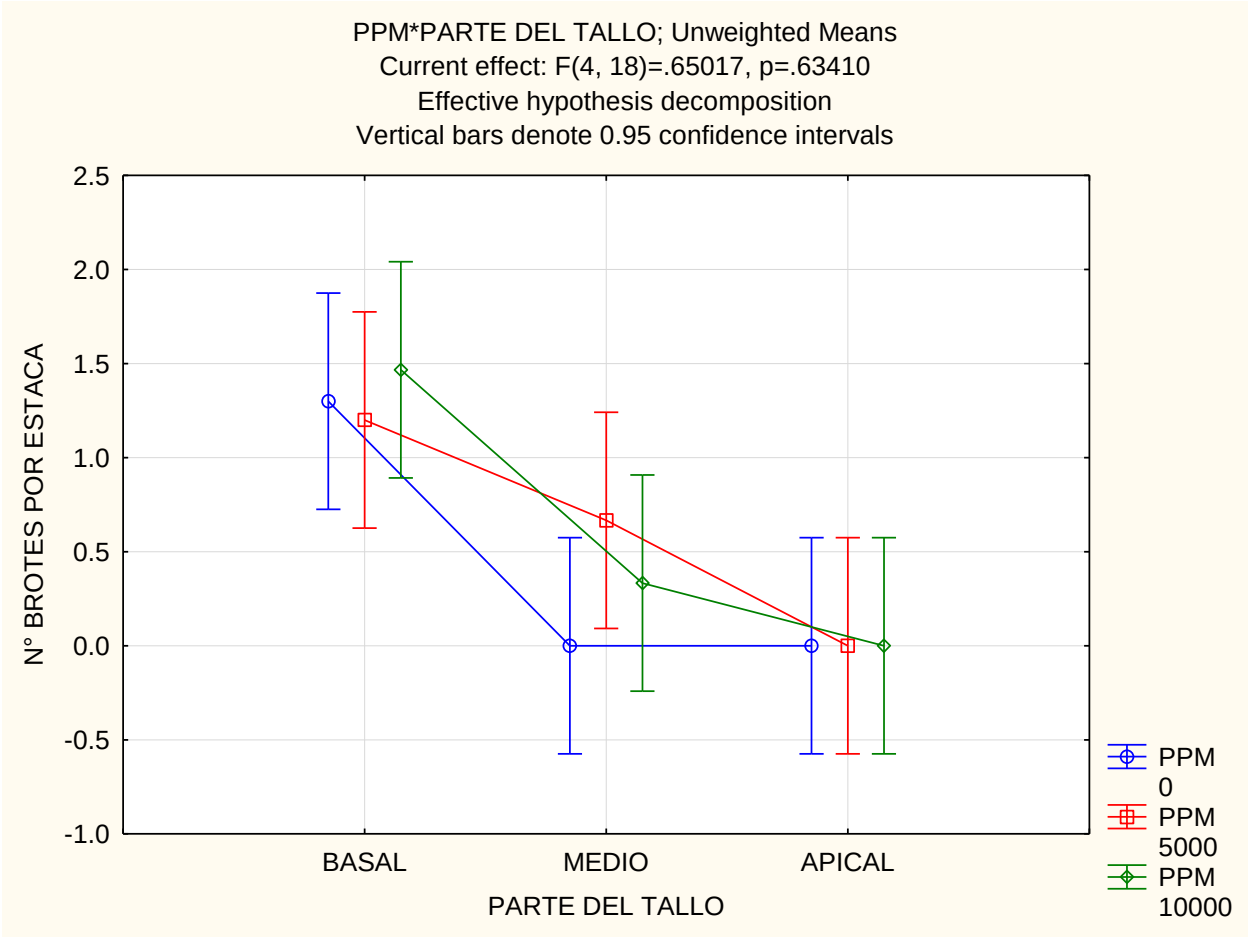



**Figura 9: Promedio de número de brotes por estacas con sus intervalos de confianza de *Handroanthus impetiginosus* de acuerdo a la sección del tallo y la concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación.**

Según la Figura 9 la sección basal es la que presenta la mayor cantidad de brotes por estaca a los 60 días de evaluación, con 1.2 y 1.3 brotes por estaca para 5000 y 0 ppm, y 1.5 brotes por estaca para 10000 ppm. La sección media presenta 0.33 y 0.7 brotes por estaca para 5000 y 10000 ppm, y cero brotes por estaca para 0 ppm, la sección apical presenta cero estacas con brotes para las tres concentraciones del enraizador.

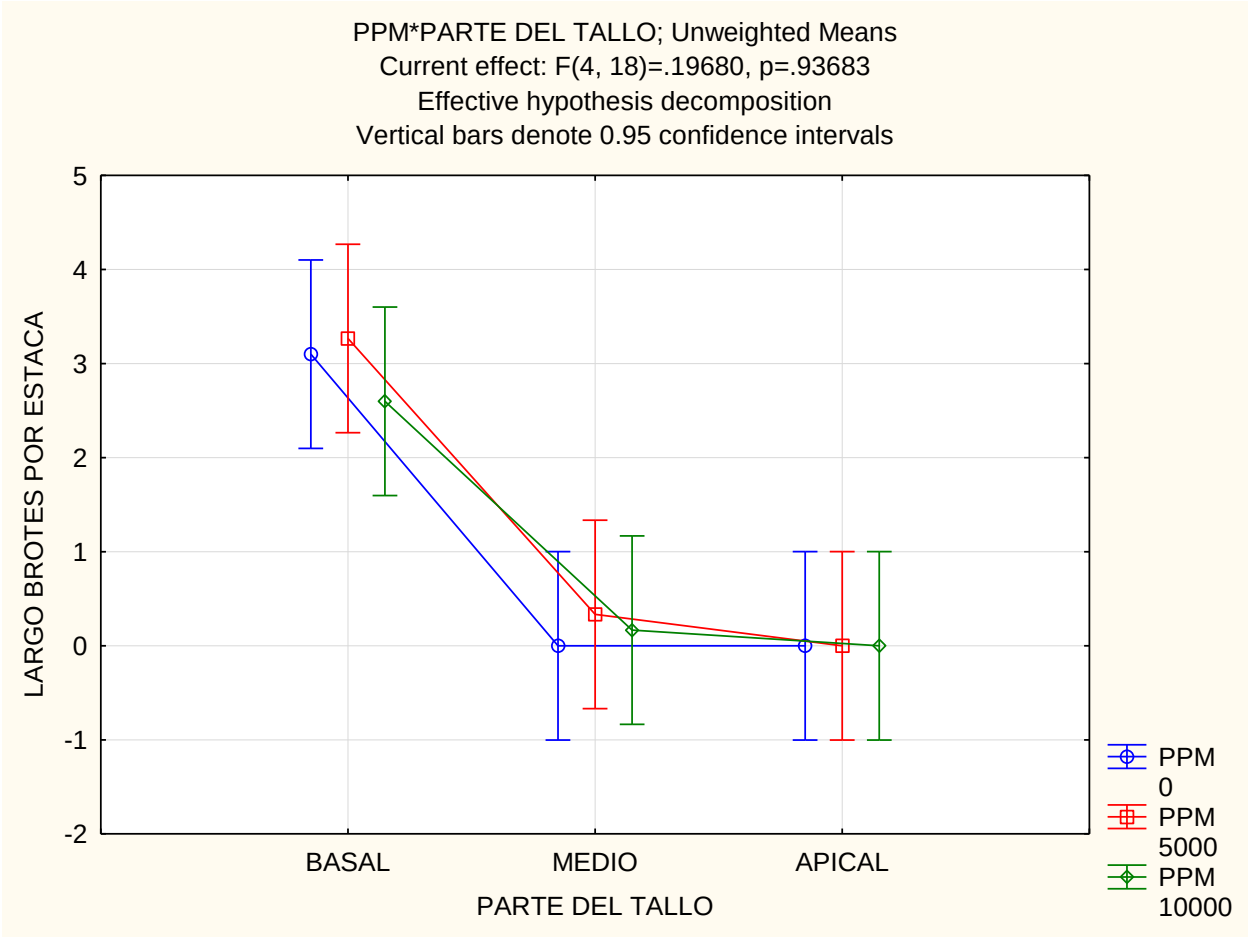



**Figura 10: Promedio del largo de brotes por estacas con sus intervalos de confianza de *Handroanthus impetiginosus* de acuerdo a la sección del tallo y la concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación.**

Observando la Figura 10 la sección basal es la que presenta el mayor largo de brotes por estaca a los 60 días de evaluación, con 2.6, 3.1 y 3.3 cm de largo por brote por estaca para 10000 ppm, 0.0 ppm y 5000 ppm. Para la sección media el largo de los brotes es de 0.2 a 0.3 cm para 10000 y 5000 ppm, y de cero cm de largo para la sección apical ya que no habían brotes para las tres concentraciones del enraizador.

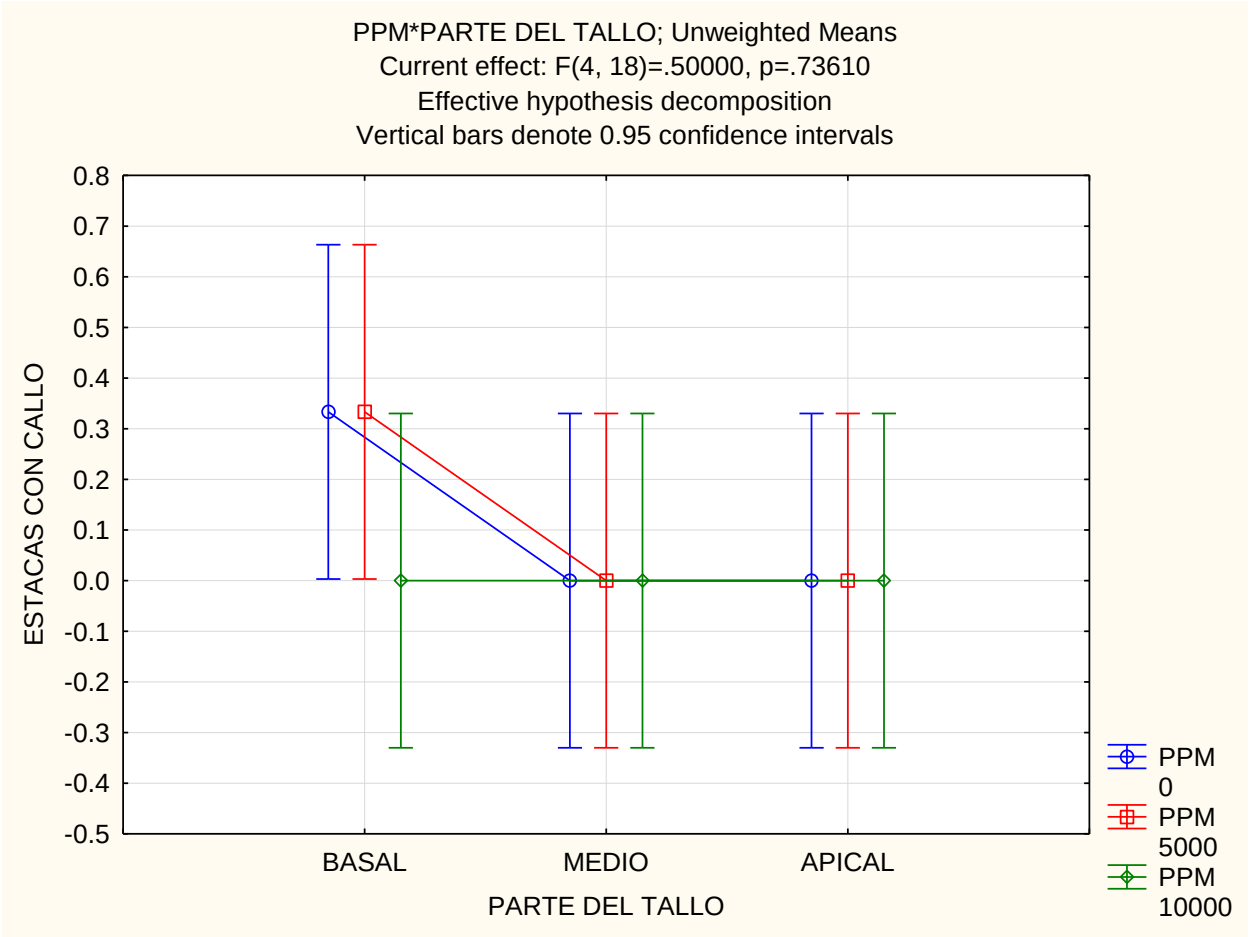



**Figura 11: Promedio del número estacas con callo con sus intervalos de confianza de *Handroanthus impetiginosus* de acuerdo a la sección del tallo y la concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación.**

En la Figura 11 se puede observar que para 5000 y 0 ppm la sección basal presentan 0.33 estacas con callo, y 0 estacas con callo para 10000 ppm, lo cual no es significativo según la tabla 10; en la parte media y apical el número de estacas con callo es de cero para las tres concentraciones del enraizador.

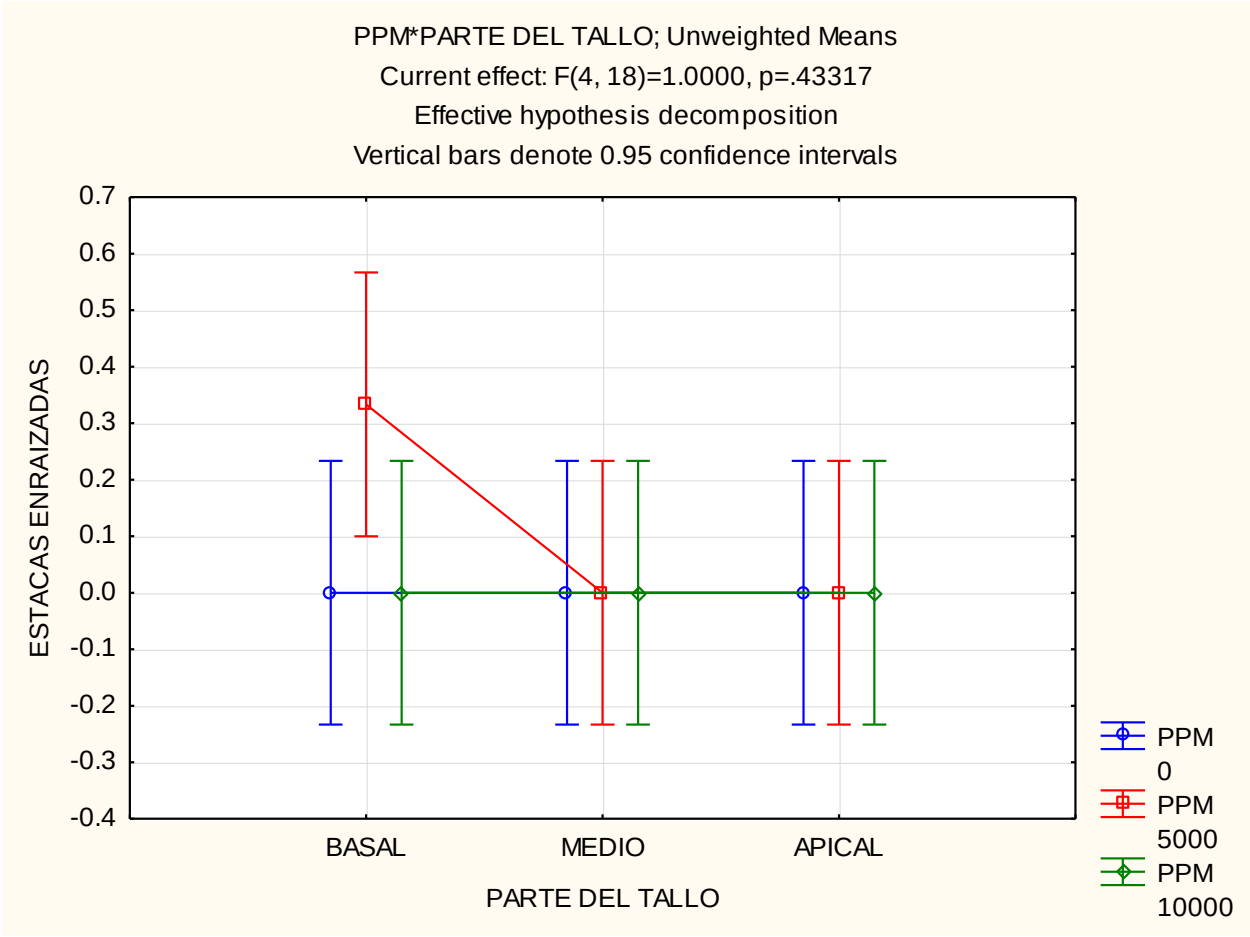



**Figura 12: Promedio del número estacas con raíz con sus intervalos de confianza de *Handroanthus impetiginosus* de acuerdo a la sección del tallo y la concentración del enraizador Root-Hor a los 60 días de evaluación.**

En la Figura 12 se puede observar que solamente la concentración del enraizador de 5000 ppm presenta un promedio de 0.33 estacas enraizadas para la sección basal, lo cual no es significativo según el análisis de ANOVA que se presenta en la tabla 11.

Observando los diferentes cuadros y gráficos se puede constatar que para el caso de la supervivencia de las estacas, con brotes, número y largo de brotes por estacas que a pesar de resultar según el análisis de varianza ANOVA altamente significativos no es un indicador suficiente como para esperar que en un mayor tiempo que el de los 60 días dichas estacas vayan a producir callos o raíces y producir una nueva planta, ya que en un mayor tiempo se van agotando las reservas nutritivas de las estacas y al no tener raíces se van a ir secando, aparte del ataque severo de hongos que también van a causar la muerte de las estacas por pudrición.

De igual manera se puede constatar en las figuras que las estacas apicales son las que presentan con mayor rapidez los brotes (15 días), pero son también las que más rápidamente mueren (30 días), a diferencia de las estacas basales en las que tardan un mayor tiempo en aparecer los brotes (30 días) pero son las que permanecen un mayor tiempo con vida y con brotes; esto se debe a que las estacas basales tienen mayor cantidad de tejido nutricio con sustancias de reserva, a diferencia de las estacas apicales y medias que tienen menor cantidad de sustancias de reserva y por ser tejido parenquimatoso más joven son más susceptibles al ataque de hongos y por eso mueren más rápidamente.

Según la bibliografía consultada es importante conocer las técnicas apropiadas que permitan el enraizamiento de las estacas, la cual está supeditado a factores externos como las condiciones ambientales e internos propios de la estaca y finalmente se deben conocer las pautas de aclimatación y manejo en vivero apropiadas para cada especie (Zobel y Talbert, 1988).

Para (Zanoni, 1975) las ramitas terminales del género *Handroanthus* procedentes del tercio superior de la copa de un árbol adulto pueden propagarse por estacas bajo condiciones de invernadero, y las que presentan mayor capacidad de enraizamiento son las estacas sub-basales seguidas por las basales y en menor grado las apicales. Para el caso del presente experimento sometido a condiciones similares (cámara de sub-irrigación) las estacas que lograron enraizar y formar callo fueron las basales (0.33 estacas con raíz o callo en promedio, equivalente a 3.3 %), y con las estacas de la sección media y apical se obtuvo cero estacas enraizadas ( 0 % ).

Portas, M. et al. (2002), usando estacas de Tahuari rosado (*Tabebuia impetiginosa)* con 0, 500, 1000 y 4000 partes por millón (ppm) de Ácido Indol Butírico (AIB) a los 60 días de colocadas las estacas en el medio de enraizamiento no se obtuvieron raíces en las estacas en ninguna de las concentraciones antes señaladas. Para el caso del presente trabajo se obtuvieron

resultados similares a los señalados por Portas, M. et al. (2002) ya que para las tres concentraciones del enraizador Root-Hor ( 0 ppm, 5000 ppm y 10000 ppm) que contiene también Acido Indol Butírico (AIB) y utilizando el mismo tiempo (60 días) se obtuvo en promedio 0.33 estacas enraizadas y con callo ( 3.3 % ) para las estacas basales y la concentración de 5000 ppm, pero este resultado no es significativo según el análisis de ANOVA que se muestra en las tablas N° 10 y 11.

Zanoni (1975) también señala que *Tabebuia rosea* es capaz de enraizar usando estacas sub-apicales y basales con o sin ningún tratamiento de enraizamiento, tomando estacas del tercio superior de la copa del árbol cuando se encuentra defoliado, en periodo de reposo próximo a terminar, para ingresar en actividad vegetativa. En el presente trabajo a diferencia de lo señalado por Zanoni (1975) se usaran las estacas procedentes del tercio basal de la copa de un árbol adulto de *Handroanthus impetiginosus*, pero defoliado como lo señala el autor y se obtuvieron en promedio para las estacas basales 2.3 a 2.7 (23 a 27 %) de estacas vivas a los 60 días de evaluación para las tres concentraciones del enraizador (Root-Hor) observar figura N° 7, pero para el caso de la formación de callos y raíces solamente se obtuvo en promedio 0.33 estacas con raíz o callo (3.3 %) para las estacas basales y con 5000 ppm (observar figuras N° 10 y 11) , pero estos resultados no son significativos según el análisis de ANOVA (tablas N° 10 y 11).

El hecho de que una estaca llegue a formar una magnifica callosidad no es un índice de enraizamiento, pues las raíces no se forman de esa callosidad sino que son continuidad de los radios vasculares de la estaca (Cañizares, 1972). En la mayoría de plantas, la formación de callo y raíces son independientes entre sí y cuando ocurre simultáneamente es debido a su dependencia de condiciones internas y ambientales similares (Hartmann y Kester, 1995).

Los resultados encontrados en el presente trabajo para *Handroanthus impetiginosus* (antes *Tabebuia impetiginosa*) concuerdan con los encontrados por Pastor, G. (1965) que obtuvo cero por ciento de enraizamiento para Tahuarí amarillo (*Tabebuia serratifolia*) en dos sistemas de propagación (vivero y campo definitivo), en la que probó el efecto del diámetro y la longitud de la estaca.

En el presente trabajo se ha trabajado con ramitas terminales de la copa de un árbol adulto (40 a 50 años), lo que concuerda con lo señalado por (Zobelt y Talbert, 1988; Hartmann y Kester, 1995) quienes indican que es una limitante importante para lograr el enraizamiento de las estacas cuando se tratan de árboles adultos, y creen que se pueden formar inhibidores del enraizamiento a medida que la planta se hace vieja.

La **topófisis** tiene un marcado efecto sobre el desarrollo de un potente sistema radicular, encontrándose en muchos casos que el mayor enraizamiento se obtiene en la porción media y basal (Hartmann y Kester, 1995); los resultados indicados por los autores concuerdan en parte con los resultados encontrados en el presente trabajo ya que los mejores resultados se han encontrado con las estacas basales (0.33 estacas con raíz en promedio) lo que equivale a 3.3 % de estacas enraizadas (observar figura N° 12) y se obtuvo 0 % de enraizamiento para las estacas de la parte media y apical.

La nutrición de la planta madre ejerce una fuerte influencia en el desarrollo de raíces y tallos de las estacas. Los factores internos, tales como el contenido de auxina, de cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos pueden influir en la iniciación de las raíces de las estacas (Hartmann y Kester, 1995).

En cuanto a los requerimientos nutricionales durante el enraizamiento de las estacas, la aplicación de nutrientes no es necesario durante la fase de inducción, en vista que las estacas utilizan los nutrientes endógenos transportados basipetamente a partir de los brotes (Mori Da Cunha *et al.,* 2009), esto es un aspecto relevante de la importancia del optimo estado nutricional de la planta madre; debido a lo cual en el experimento realizado solamente se ha utilizado arena fina y desinfectada con agua hervida.

Todas las estacas muertas estaban cubiertas completamente de micelio de hongos sobre todo en el ápice de las estacas, lo que ha sido uno de los motivos para la muerte de las mismas, lo cual fue más severo en las estacas apicales por estar conformado por tejido parenquimático joven lo que lo hizo más susceptible al ataque de los hongos y causo su muerte más rápidamente.

### 4.6. Contrastación de la Hipótesis

Análisis de correlación de la aplicación de Root Hor en diferentes concentraciones y topofisis de estacas vivas, brotes, callosidad y sobrevivencia estacas enraizadas, bajo el sistema de propagación por estacas provenientes de ramitas terminales de un árbol adulto defoliado en sub-irrigadores en tahuari rosado (*Handroanthus impetiginosus*)

Tabla 12: Datos observados ( O ) y datos esperados ( E ) para el Análisis de Chi-Cuadrado

| **Solución enraizadora** | **Variable dependiente: Diferentes concentraciones y topofisis** | | | | **TOTAL** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Presencia** | | **Ausencia** | | |
| | **O** | **E** | **O** | **E** | |
| 10000 ppm | 4 | 5.29 | 9 | 7.70 | 13 |
| 5000 ppm | 4 | 4.07 | 6 | 5.93 | 10 |
| 0 ppm | 3 | 1.63 | 1 | 2.37 | 4 |
| **TOTAL** | **11** | | **16** | | **27** |

La elaboración de la presente tabla se ha hecho en base a la Matriz de Base de Datos para el Programa STATISCA VERSIÓN 10 que se indica en el Anexo N° 3

$E_{1.1} = \frac{11x13}{27} = 5.29$ $E_{1.2} = \frac{11x10}{27} = 4.07$ $E_{1.3} = \frac{11x4}{27} = 1.63$

$E_{2.1} = \frac{16x13}{27} = 7.70$ $E_{2.2} = \frac{16x10}{27} = 5.93$ $E_{2.3} = \frac{16x4}{27} = 2.37$

**Cálculo de la Chi-Cuadrado:**

$$X^2 = \frac{\sum(O-E)^2}{E} = \frac{(4-5.29)^2}{5.29} + \frac{(4-4.07)^2}{4.07} + \frac{(3-1.63)^2}{1.63} + \frac{(9-7.70)^2}{7.70}$$

$$\frac{(6-5.93)^2}{5.93} + \frac{(1-2.37)^2}{2.37} = X^2 = 2.479498748$$

**Región Crítica:**

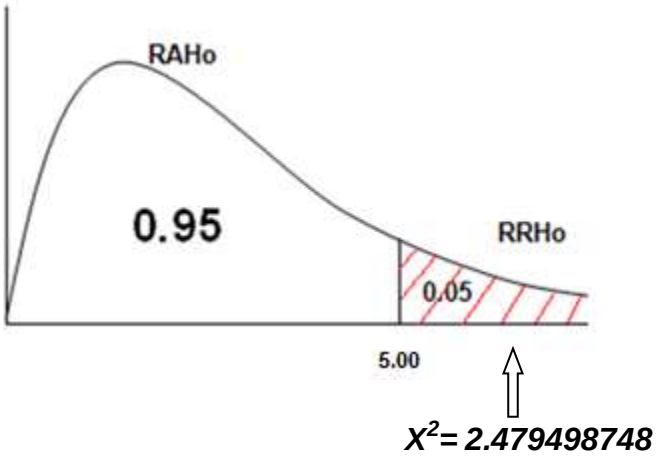



**Figura 13: Zona de aceptación y de rechazo según el análisis de Chi-Cuadrado**

**Descripción:** En la región crítica se observa que el valor de la Chi-cuadrado es 2.48, la cual cae en la región de rechazo de la hipótesis afirmativa (RRH1); es decir rechazándole, demostrando que aceptamos la hipótesis nula es decir que "La aplicación Root Hor en diferentes concentraciones y topofisis no producen un alto porcentaje de enraizamiento, sobrevivencia, brote y callosidad en *Handroanthus impetiginosus* (Tahuarí Rosado), bajo el sistema de propagación por estacas provenientes de ramitas terminales de un árbol adulto defoliado en sub-irrigadores"

## CAPÍTULO V : CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

5.1. Las estacas apicales son las que más rápidamente empiezan a emitir brotes y en mayor número (a los 15 días), pero son las que más rápidamente mueren en su totalidad (30 días).

5.2. Las estacas basales son las que tardan mayor tiempo en emitir brotes (30 días), pero se mantienen con brotes hasta el final (60 días) con un promedio de 2.3 estacas (23 %), sin diferencias significativas entre el tipo de enraizador utilizado.

5.3. El número de brotes y largo de brotes por estaca es siempre mayor para la sección basal sin una diferencia significativa por el tipo de sustancia enraizadora utilizada.

5.4. Solamente las estacas de la sección basal lograron emitir callos y raíces con un promedio de 0.33 estacas (3.3 %) y la concentración del enraizador que obtuvo el mejor resultado fue el de 5000 ppm, pero sus resultados no son significativos.

5.5. Solamente las estacas que lograron emitir raíces y presentan brotes serán las que lograran sobrevivir definitivamente y formar una nueva planta idéntica al de la planta madre.

5.6. La concentración del enraizador Root-Hor no tuvo un efecto significativo para ninguno de los 9 tratamientos aplicados.

5.7. La aplicación de Root-Hor en diferentes concentraciones (10000, 5000 y 0 ppm) y topófisis (basal, medio y apical) no producen un alto porcentaje de enraizamiento, sobrevivencia, brotes y callosidad en *Handronathus impetiginosus* (tahuarí rosado) bajo el sistema de propagación por estacas provenientes de ramitas terminales de un árbol adulto defoliado en sub-irrigadores.

5.8. La muerte de las estacas se debió principalmente al ataque severo de hongos ya que la cámara de sub-irrigación es un medio propicio para el desarrollo de los mismos por ser un medio muy húmedo y caliente.

## CAPITULO VI : RECOMENDACIONES

1. Sobre la base de los resultados obtenidos se recomiendan usar las estacas basales de 10 cm de longitud y de 1-1.5 cm de diámetro, procedentes de la base de la copa de un árbol adulto completamente defoliado de ***Handroanthus impetiginosus*** para la propagación vegetativa por estacas, ya que son las que han dado los mejores resultados en el presente experimento.
2. Si se va seguir trabajando con el mismo tipo de sustancia enraizadora (**Root-Hor**) se recomienda probar otro tipo de concentraciones; o un mayor o menor tiempo de inmersión de las estacas en el medio enraizador que fue de 5 minutos.
3. Las herramientas que se va utilizar para hacer el corte de las estacas que puede ser una tijera de podar tipo pico de loro o un machete, deben ser nuevos y estar bien afilados y desinfectados para lograr cortes nítidos sin desgarramiento de la corteza, la cual de producirse evitara la formación de callos o raíces y también la muerte de la estaca.
4. Se recomienda hacer nuevos ensayos de enraizamiento de estacas probando otro medio de sustrato que podría ser una cama de almácigo irrigada por nebulización y dentro del invernadero para evitar el ataque de hongos que se produce cuando se utiliza la cámara de subirrigación.
5. Si se va seguir usando la cámara de subirrigación para la propagación por estacas, tratar de encontrar la dosis y la frecuencia más adecuada para la desinfección de la cámara de subirrigación.
6. Probar otros tipos de sustancias enraizadoras para la propagación por estacas, ya sean naturales o artificiales.

## BIBLIOGRAFÍA


- BALDINI, E. 1992. Arboricultura general. Edit. Mundi Prensa. España.

- BAÑON, S; MARTÍNEZ, J. J; FERNÁNDEZ, J. A; BALANZATEGUI, L. MELGARES, J. 2002. Influencia de la topófisis en el esquejado de *Coriara myrtifolia*. 1 Jornada Ibéricas de Plantas Ornamentales. Sevilla, España.

- BARBAT, T. 2006. La multiplicación de las plantas. Viveros ( ): 33-43.

- CALZADA, J. 1993. 143 frutales nativos. Edic. UNALM. 366 p.

- CAÑIZARES J. 1972. Reproducción y multiplicación de plantas superiores

- CUCULIZA, P. 1956. Propagación de plantas; P. L. Villanueva s.a; Lima, Perú. 289 p.

- CUELLAR, J. 1997. Ensayo comparativo den enraizamiento de estacas de *Uncaria tomentosa* en diferentes condiciones microambientales. Tesis Ing. Forestal. Universidad Agraria La Molina.

- DIAZ, E. 1991. Técnicas de enraizado de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. y *Gmelina arbórea* L. Tesis Magister Scientiae. CATIE. Costa Rica. 111 p.

- GARCÍA, F.D. 2002. Propagación vegetativa de *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora* en un propagador de sub-irrigación diseñado por el CATIE. Colombia Forestal, Vol. 7,Num. 15. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. Pag. 109-117.

- HARTMANN, H; KESTER, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4ª ed. Continental. México. 760p.

- HARTMANN, H; KESTER, D; DAVIES, F; GENEVE, R. 1997. Plant propagation. Principles and practices. 6th ed. New Jersey. Prentice Hall.

- LEAKEY, R. R. B. 1985. The capacity for vegetative propagation in trees. En: Cannell, M.G.R. Jackson, J.E. (eds.) Attributes of trees as crop plants. Abbots Ripton, Institute of Terrestrial Ecology, 110-113.

- LONGMAN, K. 1993. Rooting cutting of tropical trees. Commonwealth Science Council. London.

- LOPEZ, D; CARAZO, N. 2005. La producción de esquejes. Horticultura internacional, Nº Extra 1(ejemplar dedicado a viveros).

- MARTíNEZ, G; BUDUBA, C; BOYERAS, F; ABEDINI W; BELTRANO J. 1994. Análisis de la ciclófisis y la topófisis en *Populus deltoides* Bartr, desde la formación del estaquero hasta la producción comercial. Invest. Agrar; Sist Recur. For. Vol. 3(2).

- MESEN, 2008. Informe de Capacitación Técnica sobre Propagación Vegetativa al Proyecto PROVEFOR. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Fondo para la Innovación Ciencia y tecnología (FINCyT). Ucayali, Pucallpa. 25 p.

- MESEN, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Manual técnico N° 30. CATIE, Proyecto PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica.

- MESEN, F; LEAKEY, R; NEWTON, A. 1992. Hacia el desarrollo de técnicas de silvicultura clonal para el pequeño finquero. Rev. El Chasqui. N°.28:6-18.

- MORI DA CUNHA, A; WENDLING, I; SOUZA, L. 2008. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. Ciencia florestal, Santa María, v. 18, n. 1, p. 85-91.

- MORI DA CUNHA, A; PAIVA, H; XAVIER, A; OTONI, W. 2009. Papel da nutricao mineral na formacao de raízes adventícias em plantas lenhosas. Pesquisa florestal Brasileira, Colombo, n. 58, p. 35-47.

- PINEDO, J. 1993. Influencia del diámetro, largo y profundidad de siembra en la propagación por estacas de *Amburana cearensis* L. (Ishpingo). Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Ucayali.

- PORTAS, M. et al., 2002. Enraizamiento de estacas semileñosas de*Tabebuia impetiginosa*. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad de Tucuman, Argentina.

- PROFORFITH. 2000. Propagación de especies frutales tropicales. UNAH. CURLA. 131p.

- REYNEL, C; PENNINGTON, RT; PENNINGTON, TD; FLORES, C; DAZA, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía Peruana: un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. 50 p.

- ROJAS, S; GARCIA, J; ALARCON M. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Ed. Produmedios. Colombia. 56 p.

- SADHU, M.K. 2005. Plant propagation. New Age International Limited Publishers. India. 281 p.

- Salisbubury F.B:, Ross, C. 1994. Fisiología de Plantas. Grupo Editorial Iberoamericana, Mexico.

- SANTELICES, R. 2007. Efecto del ácido indolbutírico y la presencia de hojas, en el arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser cosechadas en dos épocas diferentes. Ecología Austral 17: 151-158.

Asociación Argentina de ecología. En : http://www.ecologiaaustral.com.ar/files/3e20d5e80a.pdf

- SOUDRE, M; MESEN, F; DEL CASTILLO, D; GUERRA, H. 2008. Memoria del curso internacional “Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas” IIAP, Pucallpa. Perú. 100 p.

- STRASBURGER, E. 1994. Tratado de botánica. Omega, Barcelona. 1068 p.

- TAIZ, L; ZEIGER, E. 1996. Fisiología Vegetal. Universitat Jaume. 3º Edición.

- Vásquez, R. (1997), Missouri Botanical Garden. Flórula de las Reservas de Biológicas de Iquitos, Perú, (p. 162), Missouri: U.S.A.

- ZANONI, C. 1975. Propagación vegetativa por estacas de ocho especies forestales. Tesis Magister Scientiae. CATIE. Costa Rica.

- ZOBEL, B; TALBERT, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Edit. LIMUSA S.A. 1º edic. 54

- Lapachos del Paraguay – Wikipedia, la enciclopedia libre: https://es.wikipedia.org./wiki/Lapacho_del_Paraguay

- Lapacho rosado – EcuRed: www.ecured.com/Lapacho_rosado

- El Lapacho – Árboles – Guía de Jardinería: www.guiadejardineria.com/el-lapacho

- Lapacho Rosado – Árboles autóctonos de Argentina www.viarural.com.ar/.../lapacho-rosado.htm

## ANEXO N° 1 : EVALUACIÓN DE LAS ESTACAS A LOS 15, 30 Y 45 DÍAS

HOJA DE EVALUACIÓ DE HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS EN CAMARA DE SUB-IRRIGACIÓN A LOS 15 DÍAS (08/09/2015)

**T1** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

**T2** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | M | 0 | 0 | SI |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 1 | 2 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 1 | 1 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 1 | 1 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 1 | 1 | NO |
| 8 | V | 2 | 1 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 1 | 1 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | M | 0 | 0 | SI |

**T3** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 2 | 1 | NO | 1 | V | 2 | 5 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 1 | 1 | NO | 2 | V | 2 | 5 | NO |
| 3 | V | 2 | 1 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 2 | 1 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 1 | 1 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 0 | 00 | NO | 8 | V | 2 | 1 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 1 | 1 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

LEYENDA:

V = VIVO M = MUERTO NBR = N° BROTES LBR (cm) =LARGO BROTES HON = HONGOS (SI-NO)

HOJA DE EVALUACIÓ DE HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS EN CAMARA DE SUB-IRRIGACIÓN A LOS 15 DÍAS (08/09/2015)

**T4** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | V | 1 | 1 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 1 | 5 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 2 | 2 | NO |
| 7 | V | 1 | 1 | NO | 7 | V | 1 | 5 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 1 | 1 | NO |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

**T5** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 1 | 1 | NO | 1 | M | 0 | 0 | SI |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | M | 0 | 0 | SI |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 2 | 5 | NO | 9 | V | 2 | 1 | NO |
| 10 | V | 1 | 1 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

**T6** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 2 | 1 | NO | 1 | V | 1 | 2 | NO | 1 | V | 2 | 1 | NO |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 2 | 1 | NO | 3 | V | 1 | 2 | NO | 3 | V | 2 | 2 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 2 | 1 | NO | 4 | V | 3 | 5 | NO |
| 5 | V | 1 | 1 | NO | 5 | V | 1 | 2 | NO | 5 | V | 2 | 1 | NO |
| 6 | V | 2 | 1 | NO | 6 | V | 1 | 2 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 1 | 1 | NO | 7 | V | 1 | 1 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 2 | 1 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 1 | 5 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 2 | 5 | NO | 10 | V | 2 | 5 | NO | 10 | V | 1 | 1 | NO |

LEYENDA:

V = VIVO M = MUERTO NBR = N° BROTES LBR (cm) =LARGO BROTES HON = HONGOS (SI-NO)

HOJA DE EVALUACIÓ DE HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS EN CAMARA DE SUB-IRRIGACIÓN A LOS 15 DÍAS (08/09/2015)

**T7** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 1 | 1 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 1 | 0 | NO | 7 | V | 1 | 0 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

**T8** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 2 | 1 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

**T9** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 2 | 1 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 1 | 2 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 1 | 5 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 2 | 5 | NO |
| 6 | V | 2 | 1 | NO | 6 | V | 2 | 1 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 2 | 5 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 2 | 8 | NO | 8 | V | 1 | 8 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 2 | 8 | NO | 10 | V | 2 | 1 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

LEYENDA:

V = VIVO M = MUERTO NBR = N° BROTES LBR (cm) =LARGO BROTES HON = HONGOS (SI-NO)

HOJA DE EVALUACIÓ DE HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS EN CAMARA DE SUB-IRRIGACIÓN A LOS 30 DÍAS (24/09/2015)

**T1** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 1 | 5 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 1 | 1 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 1 | 1 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 1 | 3 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 2 | 2.5 | NO | 8 | V | 1 | 1 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 1 | 5 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 1 | 3 | NO |
| 10 | V | 1 | 1 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 1 | 5 | NO |

**T2** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 2 | 2 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 2 | 1 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 1 | 1 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 2 | 2 | NO |
| 8 | V | 2 | 5 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 1 | 5 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

**T3** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

LEYENDA:

V = VIVO M = MUERTO NBR = N° BROTES LBR (cm) =LARGO BROTES HON = HONGOS (SI-NO)

HOJA DE EVALUACIÓ DE HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS EN CAMARA DE SUB-IRRIGACIÓN A LOS 30 DÍAS (08/09/2015)

**T4** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | V | 1 | 5 | NO | **1** | V | 2 | 5 | NO | **1** | V | **1** | **2** | NO |
| **2** | V | 1 | 5 | NO | **2** | V | 0 | 0 | NO | **2** | V | **0** | **0** | NO |
| **3** | V | 1 | 3 | NO | **3** | V | 0 | 0 | NO | **3** | V | **2** | **3** | NO |
| **4** | V | 1 | 1 | NO | **4** | V | 1 | 1.5 | NO | **4** | V | **0** | **0** | NO |
| **5** | V | 0 | 0 | NO | **5** | V | 0 | 0 | NO | **5** | V | **0** | **0** | NO |
| **6** | V | 0 | 0 | NO | **6** | V | 0 | 0 | NO | **6** | V | **2** | **3** | NO |
| **7** | V | 2 | 4 | NO | **7** | V | 1 | 8 | NO | **7** | V | **0** | **0** | NO |
| **8** | V | 1 | 1 | NO | **8** | V | 0 | 0 | NO | **8** | V | **2** | **2** | NO |
| **9** | V | 0 | 0 | NO | **9** | V | 0 | 0 | NO | **9** | V | **0** | **0** | NO |
| **10** | V | 2 | 4 | NO | **10** | V | 0 | 0 | NO | **10** | V | **1** | **2** | NO |

**T5** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 2 | 4 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 1 | 5 | NO | 6 | V | 1 | 2 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 2 | 3 | NO | 9 | V | 1 | 1 | NO |
| 10 | V | 2 | 1 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

**T6** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

LEYENDA:

V = VIVO M = MUERTO NBR = N° BROTES LBR (cm) =LARGO BROTES HON = HONGOS (SI-NO)

HOJA DE EVALUACIÓ DE HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS EN CAMARA DE SUB-IRRIGACIÓN A LOS 30 DÍAS (08/09/2015)

**T7** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 1 | 3 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 2 | 6 | NO | 4 | V | 1 | 2 | NO | 4 | V | 1 | 5 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 2 | 2 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 1 | 1 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 2 | 2 | NO |
| 9 | V | 1 | 2 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 2 | 2 | NO |
| 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

**T8** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 2 | 1 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

**T9** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO |
| 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO | 2 | V | 0 | 0 | NO |
| 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO | 4 | V | 0 | 0 | NO |
| 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | V | 0 | 0 | NO |
| 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | V | 2 | 5 | NO | 6 | V | 0 | 0 | NO |
| 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO | 7 | V | 0 | 0 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO | 10 | V | 0 | 0 | NO |

LEYENDA:

V = VIVO M = MUERTO NBR = N° BROTES LBR (cm) =LARGO BROTES HON = HONGOS (SI-NO)

HOJA DE EVALUACIÓ DE HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS EN CAMARA DE SUB-IRRIGACIÓN A LOS 45 DÍAS (06/10/2015)

**T1** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 2 | 4 | NO | 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | M | 0 | 0 | SI |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI |
| 3 | V | 1 | 4 | NO | 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | V | 1 | 1 | NO | 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI |
| 5 | V | 1 | 0.5 | NO | 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | M | 0 | 0 | SI |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | V | 1 | 1 | NO |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI |
| 8 | V | 1 | 3 | NO | 8 | V | 1 | 5 | NO | 8 | V | 0 | 0 | NO |
| 9 | V | 2 | 3 | NO | 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | V | 0 | 0 | NO |
| 10 | V | 1 | 4 | NO | 10 | M | 0 | 0 | SI | 10 | V | 2 | 3 | NO |

**T2** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | M | 0 | 0 | SI |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | V | 0 | 0 | NO |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | M | 0 | 0 | SI |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | M | 0 | 0 | SI |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | V | 1 | 2 | NO |
| 8 | V | 0 | 0 | NO | 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | M | 0 | 0 | SI |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | M | 0 | 0 | SI |
| 10 | V | 1 | 5 | NO | 10 | M | 0 | 0 | SI | 10 | M | 0 | 0 | SI |

**T3** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | M | 0 | 0 | SI | **1** | M | 0 | 0 | SI | **1** | M | 0 | 0 | SI |
| **2** | M | 0 | 0 | SI | **2** | M | 0 | 0 | SI | **2** | M | 0 | 0 | SI |
| **3** | M | 0 | 0 | SI | **3** | M | 0 | 0 | SI | **3** | M | 0 | 0 | SI |
| **4** | M | 0 | 0 | SI | **4** | M | 0 | 0 | SI | **4** | M | 0 | 0 | SI |
| **5** | M | 0 | 0 | SI | **5** | M | 0 | 0 | SI | **5** | M | 0 | 0 | SI |
| **6** | M | 0 | 0 | SI | **6** | M | 0 | 0 | SI | **6** | M | 0 | 0 | SI |
| **7** | M | 0 | 0 | SI | **7** | M | 0 | 0 | SI | **7** | M | 0 | 0 | SI |
| **8** | M | 0 | 0 | SI | **8** | M | 0 | 0 | SI | **8** | M | 0 | 0 | SI |
| **9** | M | 0 | 0 | SI | **9** | M | 0 | 0 | SI | **9** | M | 0 | 0 | SI |
| **10** | M | **0** | **0** | SI | **10** | M | **0** | **0** | SI | **10** | M | **0** | **0** | SI |

**LEYENDA:**

V = VIVO M = MUERTO NBR = N° BROTES LBR (cm) =LARGO BROTES HON = HONGOS (SI-NO)

HOJA DE EVALUACIÓ DE HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS EN CAMARA DE SUB-IRRIGACIÓN A LOS 45 DÍAS (06/10/2015)

**T4** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | V | 1 | 6 | NO | 1 | V | 0 | 0 | NO | 1 | V | 1 | 2 | NO |
| **2** | V | 0 | 0 | NO | 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | V | 1 | 2 | NO |
| **3** | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI |
| **4** | V | 1 | 4 | NO | 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI |
| **5** | M | 0 | 0 | SI | 5 | V | 1 | 1 | NO | 5 | M | 0 | 0 | SI |
| **6** | M | 0 | 0 | SI | 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | M | 0 | 0 | SI |
| **7** | V | 1 | 4 | NO | 7 | V | 1 | 8 | NO | 7 | M | 0 | 0 | SI |
| **8** | V | 1 | 2 | NO | 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | V | 1 | 2 | NO |
| **9** | M | 0 | 0 | SI | 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | M | 0 | 0 | SI |
| **10** | V | 1 | 5 | NO | 10 | M | 0 | 0 | SI | 10 | V | 1 | 2 | NO |

**T5** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | V | 1 | 3 | NO | 1 | M | 0 | 0 | SI |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | M | 0 | 0 | SI |
| 6 | V | 1 | 1 | NO | 6 | V | 1 | 3 | NO | 6 | M | 0 | 0 | SI |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | M | 0 | 0 | SI |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | M | O | O | SI |
| 10 | M | 0 | 0 | SI | 10 | M | 0 | 0 | SI | 10 | M | O | O | SI |

**T6** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | M | 0 | 0 | SI |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | M | 0 | 0 | SI |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | M | 0 | 0 | SI |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | M | 0 | 0 | SI |
| 9 | M | O | O | SI | 9 | M | O | O | SI | 9 | M | O | O | SI |
| 10 | M | O | O | SI | 10 | M | O | O | SI | 10 | M | O | O | SI |

LEYENDA:

V = VIVO M = MUERTO NBR = N° BROTES LBR (cm) =LARGO BROTES HON = HONGOS (SI-NO)

HOJA DE EVALUACIÓ DE HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS EN CAMARA DE SUB-IRRIGACIÓN A LOS 45 DÍAS (06/10/2015)

**T7** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | V | 2 | 3 | NO | 1 | M | 0 | 0 | SI |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | O | O | SI |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | O | O | SI |
| 4 | V | 2 | 6 | NO | 4 | V | 1 | 2 | NO | 4 | V | 1 | 2 | NO |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | V | 0 | 0 | NO | 5 | M | 0 | 0 | SI |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | V | 0 | 0 | NO | 6 | M | 0 | 0 | SI |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | V | 1 | 2 | NO |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | V | 2 | 2 | NO |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | V | 2 | 2 | NO |
| 10 | M | 0 | 0 | SI | 10 | M | 0 | 0 | SI | 10 | V | 0 | 0 | NO |

**T8** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | M | 0 | 0 | SI |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | M | 0 | 0 | SI |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | M | 0 | 0 | SI |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | M | 0 | 0 | SI |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | M | 0 | 0 | SI |
| 10 | M | 0 | 0 | SI | 10 | M | 0 | 0 | SI | 10 | M | 0 | 0 | SI |

**T9** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON | N° | EST | NBR | LBR | HON |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | M | 0 | 0 | SI | 1 | M | 0 | 0 | SI |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI | 2 | M | 0 | 0 | SI |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI | 3 | M | 0 | 0 | SI |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI | 4 | M | 0 | 0 | SI |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | M | 0 | 0 | SI | 5 | M | 0 | 0 | SI |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | M | 0 | 0 | SI | 6 | M | 0 | 0 | SI |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI | 7 | M | 0 | 0 | SI |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | M | 0 | 0 | SI | 8 | M | 0 | 0 | SI |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | M | 0 | 0 | SI | 9 | M | 0 | 0 | SI |
| 10 | M | 0 | 0 | SI | 10 | M | 0 | 0 | SI | 10 | M | 0 | 0 | SI |

LEYENDA:

V = VIVO M = MUERTO NBR = N° BROTES LBR (cm) =LARGO BROTES HON = HONGOS (SI-NO)

## ANEXO N° 2 : HOJA DE EVALUACIÓN DE LAS ESTACAS A LOS 60 DIAS DE PLANTADAS

**T1**

| | R1 | | | | | | | R2 | | | | | | | | R3 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR |
| 1 | V | 2 | 6 | NO | 0 | 0 | 0 | 1 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 1 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 3 | V | 1 | 1 | NO | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 4 | V | 1 | 2 | NO | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | V | 1 | 1.5 | NO | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 9 | V | 1 | 1 | NO | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 10 | V | 2 | 1.5 | NO | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | V | 0 | 0 | NO | 0 | 0 | 0 |

**T2**

| | R1 | | | | | | | R2 | | | | | | | | R3 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR |
| **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 10 | V | 1 | 0.5 | NO | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |

LEYENDA: V = VIVA M = MUERTA NBR = N° BROTES LBR (cm) = LARGO BROTES HON = HONGOS R = RAIZ C= CALLO NR = N° RAICES LR = LARGO RAICES

**T3** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |

**T4** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | V | 2 | 1.5 | NO | 0 | 0 | 0 | 1 | M | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | V | 1 | 2 | NO | 0 | 0 | 0 |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | V | 2 | 2 | NO | 0 | 0 | 0 |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | V | 1 | 3 | NO | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 8 | V | 1 | 6 | NO | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | V | 2 | 3 | NO | 0 | 0 | 0 |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 10 | V | 1 | 6 | NO | R | 1 | 1.5 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | V | 2 | 2 | NO | 0 | 0 | 0 |

LEYENDA

V= VIVA M = MUERTA NBR = N° BROTES LBR (cm) = LARGO BROTES HON = HONGOS R = RAIZ C= CALLO NR = N° RAICES LR = LARGO RAICES

**T5** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 6 | V | 2 | 1 | NO | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |

**T6** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 6 | M | 2 | 1 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 2 | 1 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 2 | 1 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |

LEYENDA:

V= VIVA M = MUERTA NBR = N° BROTES LBR (cm) = LARGO BROTES HON = HONGOS R = RAIZ C= CALLO NR = N° RAICES LR = LARGO RAICES

**T7** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 1 | V | 2 | 3 | NO | 0 | 0 | 0 | 1 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 4 | V | 1 | 5 | NO | 0 | 0 | 0 | 4 | V | 1 | 2 | NO | 0 | 0 | 0 | 4 | V | 1 | 2 | NO | 0 | 0 | 0 |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | V | 1 | 1.5 | NO | 0 | 0 | 0 |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | V | 2 | 2 | NO | C | 0 | 0 |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | V | 2 | 1.5 | NO | 0 | 0 | 0 |
| 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | V | 1 | 2 | NO | 0 | 0 | 0 |

**T8** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |

LEYENDA:

V= VIVA M = MUERTA NBR = N° BROTES LBR (cm) = LARGO BROTES HON = HONGOS R = RAIZ C= CALLO NR = N° RAICES LR = LARGO RAICES

**T9** R1 R2 R3

| N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR | N° | EST | NBR | LBR | HON | R/C | NR | LR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | **1** | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 2 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 3 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 4 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 5 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 6 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 7 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 8 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 9 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |
| 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 | 10 | M | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 0 |

LEYENDA:

V= VIVA M = MUERTA NBR = N° BROTES LBR (cm) = LARGO BROTES HON = HONGOS R = RAIZ C= CALLO NR = N° RAICES LR = LARGO RAICES

## ANEXO N° 3 : MATRIZ DE BASE DE DATOS PARA EL PROGRAMA STATISCA VERSIÓN 10

| | 1 PPM | 2 PARTE DEL TALLO | 3 ESTACAS VIVAS | 4 ESTACAS ENRAIZADAS | 5 ESTACAS CON CALLO | 6 ESTACAS CON BROTES | 7 N° BROTES POR ESTACA | 8 LARGO BROTES POR ESTACA | 9 Var10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10000 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 1.4 | 2.3 | |
| 2 | 10000 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1.5 | |
| 3 | 10000 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 4 | |
| 4 | 10000 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.5 | |
| 5 | 10000 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | 10000 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | 10000 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 8 | 10000 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 9 | 10000 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | 5000 | 0 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1.3 | 4.5 | |
| 11 | 5000 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | |
| 12 | 5000 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 1.3 | 2.3 | |
| 13 | 5000 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | |
| 14 | 5000 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 15 | 5000 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 16 | 5000 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 17 | 5000 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 18 | 5000 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 19 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 | |
| 20 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1.5 | 2.5 | |
| 21 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 5 | 1.4 | 1.8 | |
| 22 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 23 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 24 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 25 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 26 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 27 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

## ANEXO N° 4 : FASES FENOLOGICOS DE TAHUARI ROSADO (*Handroanthus impetiginosus)* DEL CUAL SE EXTRAJERON LAS ESTACAS EN PUCALLPA



**Figura 14 : Árbol defoliado julio-agosto**

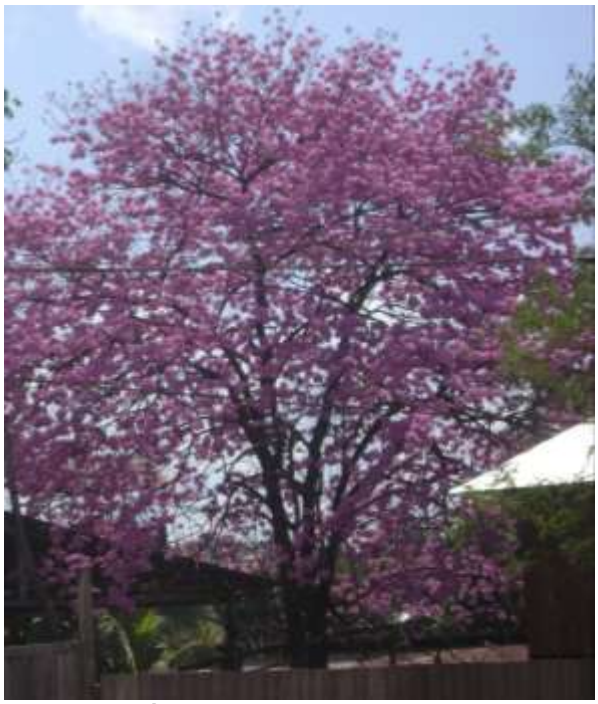


**Figura 15 : Árbol en floración mes de setiembre**



**Figura 16 : Árbol con follaje de octubre a junio de cada año**

**ANEXO N° 5: INSTALACIÓN DE LA CÁMARA DE SUB-IRRIGACIÓN, PREPARACIÓN Y PLANTADO DE LAS ESTACAS DE TAHUARÍ ROSADO *Handroanthus impetiginosus*)**



**Figura N° 17: Construcción de la cámara de sub-irrigación en el Invernadero de Hidropónia de la UNU**




**Figura N° 18: Preparación de las estacas de Tahuarí rosado (*Handroanthus Impetiginosus)* de acuerdo al tratamiento a aplicar**



**Figura N° 19: Plantación de las estacas basales con 10000 ppm de Tahuarí rosado (*Handroanthus impetiginosus*) en la Cámara de sub-irrigación**



**Figura N° 20 : Plantación de las estacas de Tahuarí rosado (*Handroanthus impetiginosus*) para otro de los tratamientos aplicados.**

## ANEXO N° 6 : ESTADO DE LAS ESTACAS DE TAHUARI ROSADO (*Handroanthus impetiginosus*) A LOS 60 DÍAS DE EVALUACIÓN



**Figura N° 21 : A la izquierda estacas muertas de la parte apical cubierta de micelio de hongos, y a la derecha estacas con brotes de la parte media,**



**Figura N° 22 : Brotes vigorosos de la parte basal de las estacas a los 60 días de evaluación**



**Figura 23 : Estacas de *Handroanthus impetiginosus* (tahuarí rosado) de la sección basal con formación de callo a los 60 días de evaluación.**



**Figura N° 24 : Estacas de la sección basal de *Handroanthus impetiginosus* (tahuarí rosado con emisión de raíces a los 60 días de evaluación.**