

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**VALIDACIÓN CLONAL DE PLANTAS MADRES PROMISORIAS
DE *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh "CAMU CAMU
ARBUSTIVO", EN CÁMARAS DE SUB IRRIGACIÓN EN
UCAYALI – PERÚ.**

Tesis

Para optar el título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES**

LARRY PUENTE GANZ

PROMOCIÓN 2006 - I

"Antonio Brack Egg"

Tingo María - Perú

2009

F02

P91

Puente Ganz, Larry

Validación Clonal de Plantas Madres Promisorias de *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh "Camu Camu Arbustivo", en Cámaras de sub Irrigación en Ucayali – Perú. Tingo María, 2008

93 h.; 34 cuadros; 21 fgrs.; 41 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Recursos Naturales Rnovables Mención: Forestales)
Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad
de Recursos Naturales Renovables.

MYRCIARIA DUBIA (H.B.K.) Mc VAUGH / VARIABILIDAD / CLON /
ENRAIZAMIENTO - ESTAQUILLA / IRRIGACIÓN / PROPAGACIÓN /
TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 21 de agosto de 2008, a horas 03:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

“VALIDACION CLONAL DE PLANTAS MADRES PROMISORIAS DE *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh “camu camu arbustivo”, EN CAMARAS DE SUB IRRIGACION EN UCAYALI - PERU”


Presentado por el Bachiller: **LARRY PUENTE GANZ**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de “MUY BUENO”.

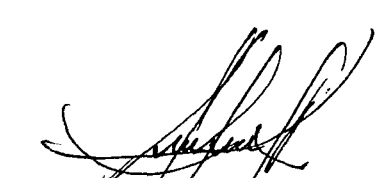
En consecuencia la sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 28 de agosto de 2008


Ing. RAUL ARAUJO TORRES
Presidente


Ing. FERNANDO GONZALES HUIMAN
Vocal


Blgo. M.Sc. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE
Vocal


Blgo. ARMANDO ENEQUE PUICON
Asesor



DEDICATORIA

A mis amados padres JORGE MARCELO PUENTE PAUCAR y FRANCISCA GANZ DE LA CRUZ,
por brindarme todo su amor, por sus sabios consejos y confianza plena en creer en mí, que con gran sacrificio nos educó y nos entregó más de lo que ellos mismos poseen. Porque gracias a su lucha constante han hecho sus sueños realidad. Gracias padres todo lo que soy, se los debo infinitamente a ustedes.

A CHARLES, HERBER, JORGE, MAYCOL y JENNYFER, mis amados hermanos, por su amor y apoyo incondicional, y por cada instante de vida que pasamos juntos, quedarán gravados en el infinito recuerdo.

A PATRICIA TORRES SANCHEZ,
por los buenos momentos
inolvidables que pasamos juntos
durante toda nuestra carrera
universitaria, porque huir no se
puede cuando riendas no quedan
para naufragar a su amor, donde los
sabios se retiran del agravio de
buscar...labios que saquen de
quicio, sus palabras que ganaron
juicio, tan sumario, que envilecieron
el cristal del acuario de los peces,
de este amor que mordió el anzuelo.

AGRADECIMIENTOS

El autor hace constar un sincero y cordial agradecimiento a todas aquellas personas que colaboraron para llevarse a cabo este trabajo de investigación. Por tal motivo sería una falta dejar de nombrar a todos. Sin embargo deseo agradecer:

- Al Proyecto FRUTAMAZ (INIA-IIAP-ICRAF), financiado por INCAGRO, quien ha recaudado los fondos para el financiamiento de la presente tesis.
- Al Ing. Carlos Alberto Oliva Cruz, patrocinador de la presente tesis, por su valiosa colaboración, su gran apoyo desinteresado, confianza, y por los consejos brindados.
- Al Blgo. M.Sc. Armando Eneque Puicón, asesor de la presente tesis, por su amistad, apoyo y por su colaboración para la sustentación de la tesis.
- Al Blgo. Pesq. Carlos Álvarez Janampa, por la confianza brindada, los buenos consejos adquiridos, por su gran apoyo desinteresado y por brindarme toda la oportunidad necesaria en guiar el sendero de mi carrera profesional.
- Al Técnico Marden Paifa Paifa, por su constante apoyo durante la ejecución de la tesis, por su sincera amistad y por brindarme todo el conocimiento adquirido de sus años de experiencia, que será para mí, un arma valiosísima.

- Al Bach. Carlos Abanto Rodríguez, por el Apoyo incondicional, la amistad brindada durante la redacción de la tesis.**
- Al Técnico. Wilson Saldaña Meléndez, por su colaboración en la primera etapa de la tesis, por su sincera amistad, por los mejores momentos durante la ejecución de la tesis y consejos brindados.**
- Al INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA IIAP-Ucayali, por la constante colaboración para llevarse a cabo este trabajo de investigación en la región Ucayali – Perú.**
- Al Decano de la la Facultad de RECURSOS NATURALES RENOVABLES – UNAS, Señor. Ing. M.Sc. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE, por brindarme toda la facilidad necesaria y oportuna para llevar a cabo la presente tesis.**
- Al Ing. Jorge Vergara Palomino, por su enseñanza brindada durante mi formación profesional, sus buenos consejos, porque a pesar de sus sabios conocimientos siempre mantuvo la humildad, humildad que adolecen muchos profesionales Ingenieros, magíster y doctores.**
- A mis estimados compañeros y amigos: Francisco Flores (Lurín), Angel Agüero Huerta, Raúl Vásquez Alegría (mi estimado amigo), Bennie, H. Dionisio Machari, Ronald Gstir Ruíz, Gerardo Zelada, Juan Alfaro, Rolando Pisco Ríos, por su consideración y amistad.**
- Al grupo de Rock “Los Incógnitos” por los inolvidables momentos.**

ÍNDICE

| | Página |
|--|---------------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1. Generalidades del cultivo de camu camu arbustivo..... | 3 |
| 2.1.1. Taxonomía de la especie..... | 3 |
| 2.1.2. Origen y distribución natural..... | 3 |
| 2.1.3. Descripción botánica..... | 4 |
| 2.1.4. Antecedentes de variabilidad genética..... | 5 |
| a. Variabilidad interespecífica..... | 5 |
| b. Variabilidad intraespecífica..... | 5 |
| 2.1.4. Importancia del cultivo..... | 6 |
| 2.2. Generalidades de propagación de especies vegetales..... | 8 |
| 2.2.1. Propagación vegetativa..... | 8 |
| 2.2.2. Ventajas de la propagación vegetativa..... | 9 |
| 2.2.3. Desventajas de la propagación vegetativa..... | 10 |
| 2.2.4. Condición de la planta donadora que influyen en la propagación vegetativa..... | 11 |
| A. Tipo de tejido a propagar..... | 11 |
| B. Regulación hormonal..... | 11 |
| C. Posición y madurez del tejido..... | 12 |
| 2.2.5. Propagación por estacas..... | 13 |
| 2.2.6. Ventajas y desventajas de la propagación por estacas. | 14 |
| 2.2.7. Factores que afectan el enraizamiento de estacas..... | 15 |
| A. Origen genético..... | 15 |
| B. Estado fisiológico..... | 17 |
| B.1. Edad de los tejidos..... | 17 |
| B.2. Estado nutricional de la planta madre..... | 18 |
| B.3. Regulación hormonal..... | 20 |
| C. Condiciones ambientales..... | 24 |
| C.1 Sustrato..... | 24 |

| | | |
|------|--|-----------|
| | C.2. Humedad del sustrato..... | 25 |
| | C.3 Humedad del ambiental..... | 25 |
| | C.4. Temperatura del ambiente y del sustrato..... | 26 |
| | C.5. Luminosidad..... | 27 |
| | D. Aspectos fitosanitarios..... | 27 |
| | 2.2.8. Propagadores de sub irrigación..... | 28 |
| | 2.3. Antecedentes de la propagación vegetativa del camu camu.... | 30 |
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 33 |
| | 3.1. Ubicación Experimental..... | 33 |
| | 3.1.1. Clima..... | 33 |
| | 3.1.2. Ecología..... | 33 |
| | 3.2. Materiales del experimento..... | 34 |
| | 3.2.1. Material genético..... | 34 |
| | 3.2.2. Cámaras de propagación..... | 34 |
| | 3.2.3. Materiales complementarios..... | 34 |
| | 3.3. Metodología de investigación..... | 35 |
| | 3.3.1. De las instalaciones..... | 35 |
| | 3.3.2. De la preparación del propagador de sub irrigación..... | 35 |
| | 3.3.3. De la propagación vegetativa..... | 36 |
| | a. Identificación del material genético..... | 36 |
| | b. Selección de plantas madres..... | 37 |
| | c. Preparación de plantas madres..... | 37 |
| | d. Colecta del material vegetativo..... | 38 |
| | e. Instalación del material vegetativo..... | 39 |
| | f. Monitoreo de enraizamiento..... | 39 |
| | 3.3.4. Disposición experimental..... | 40 |
| | a. Componentes en estudio..... | 40 |
| | b. Diseño experimental..... | 41 |
| | c. Distribución experimental..... | 42 |
| | 3.3.5. Análisis estadístico..... | 43 |
| | a. Análisis de varianza..... | 43 |
| | b. Modelo estadístico..... | 43 |

| | |
|--|----|
| 3.3.7. De las evaluaciones de variables de enraizamiento..... | 44 |
| a. Determinación del enraizamiento (%)..... | 44 |
| b. Efecto de la variabilidad fenotípica..... | 45 |
| c. Efecto del área foliar en las estaquillas..... | 45 |
| d. Interacción del factor fenotipo Vs N° de hojas en el enraizamiento..... | 45 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 46 |
| 4.1. Comportamiento del enraizamiento de estaquillas de <i>M. dubia</i> mediante el incremento del número de hojas..... | 46 |
| 4.2. Comportamiento del enraizamiento de estaquillas de <i>M. dubia</i> mediante la variabilidad fenotípica de la planta madre..... | 55 |
| 4.3. Efecto del incremento del número de hojas y la variación de clones en las variables de enraizamiento de estaquillas de <i>M.</i> <i>dubia</i> | 63 |
| 4.4. Interacción del factor Clon Vs N° de hojas en el enraizamiento de estaquillas de <i>M. dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh..... | 77 |
| 4.4.1. Análisis de correlación Pearson para las variables de enraizamiento de estaquillas de <i>M. dubia</i> | 77 |
| 4.4.2. Análisis de regresión lineal para el enraizamiento (%) de estaquillas..... | 79 |
| V. CONCLUSIONES..... | 81 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 83 |
| VII. ABSTRACT..... | 85 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 87 |
| IX. ANEXOS..... | 93 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | Página |
|---|---------------|
| 1. Estados del proceso de enraizamiento y factores que afectan a cada una de las etapas | 16 |
| 2. Selección de plantas madres de <i>M. dubia</i> por el alto rendimiento y contenido de ácido ascórbico del Anexo Pacacocha en Convenio INIA-IIAP..... | 37 |
| 3. Datos de las variables de enraizamiento de estaquillas de <i>M. dubia</i> en relación al número de hojas..... | 46 |
| 4. Datos de las variables de enraizamiento de estaquillas de <i>M. dubia</i> mediante la variabilidad de clones de plantas madres..... | 55 |
| 5. Análisis de varianza para el enraizamiento (%) de estaquillas de <i>M. dubia</i> por el efecto de los clones y número de hojas..... | 63 |
| 6. Prueba de Tukey para el enraizamiento (%) por el efecto de los clones..... | 63 |
| 7. Prueba de Tukey para el enraizamiento (%) por el efecto del número de hojas..... | 64 |
| 8. Prueba de Tukey para el enraizamiento (%) por el efecto de la interacción (tratamientos) de los factores: Clon * N° de hojas..... | 65 |
| 9. Análisis de varianza para el N° de raíz de estaquillas de <i>M. dubia</i> por el efecto de los clones y número de hojas..... | 66 |
| 10. Prueba de Tukey para el N° de raíces por el efecto de los clones... | 67 |
| 11. Prueba de Tukey para el N° de raíces por el efecto del número de hojas..... | 67 |
| 12. Prueba de Tukey para el N° de raíz por el efecto de la interacción (tratamientos) de los factores: Clon * N° de hojas..... | 68 |
| 13. Análisis de varianza para la longitud de raíz (cm) de estaquillas de <i>M. dubia</i> por el efecto de los clones y número de hojas..... | 69 |

| | | |
|-----|--|----|
| 14. | Prueba de Tukey para la longitud de raíz (cm) por el efecto de los clones..... | 70 |
| 15. | Prueba de Tukey para la longitud de raíz (cm) por el efecto del número de hojas..... | 70 |
| 16. | Prueba de Tukey para la longitud de raíz por el efecto de la interacción (tratamientos) de los factores: Clon * N° de hojas..... | 71 |
| 17. | Análisis de varianza para la formación de callo (%) en estaquillas de <i>M. dubia</i> por el efecto de los clones y número de hojas..... | 72 |
| 18. | Prueba de Tukey para la formación de callo (%) por el efecto del bloque..... | 73 |
| 19. | Prueba de Tukey para la formación de callo (%) por el efecto de los clones..... | 74 |
| 20. | Análisis de varianza para la mortalidad (%) de estaquillas de <i>M. dubia</i> por el efecto de los clones número de hojas..... | 75 |
| 21. | Prueba de Tukey para la mortalidad (%) por el efecto del bloque..... | 75 |
| 22. | Prueba de Tukey para la mortalidad (%) por el efecto de los clones..... | 76 |
| 23. | Prueba de Tukey para la mortalidad (%) por el efecto del número de hojas..... | 77 |
| 24. | Correlaciones para las variables de enraizamiento en estaquillas de <i>M. dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh..... | 77 |
| 25. | Fuerza de asociación entre las variables: Clon, N° de hojas en el enraizamiento de <i>M. dubia</i> | 79 |
| 26. | Análisis de varianza para la regresión lineal del % de enraizamiento de <i>M. dubia</i> | 80 |
| 27. | Coefficiente de regresión lineal del % de enraizamiento de <i>M. dubia</i> | 80 |
| 28. | Datos de las variables de enraizamiento de estaquillas de <i>M. dubia</i> , en diferentes parámetros de área foliar..... | 94 |
| 29. | Crecimiento en longitud de brotes grandes de plantas madres de <i>M. dubia</i> "camu camu arbustivo" del Anexo Pacacocha..... | 99 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 30. | Crecimiento en longitud de brotes medianos de plantas madres de <i>M. dubia</i> "camu camu arbustivo" del Anexo Pacacocha..... | 100 |
| 31. | Crecimiento en longitud de brotes pequeños de plantas madres de <i>M. dubia</i> "camu camu arbustivo" del Anexo Pacacocha..... | 100 |
| 32. | Datos de la temperatura y humedad interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el primer mes de enraizamiento de estaquillas de <i>M. dubia</i> | 101 |
| 33. | Datos de la temperatura y humedad interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el segundo mes de enraizamiento de estaquillas de <i>M. dubia</i> | 102 |
| 34. | Datos de la temperatura y humedad interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el proceso de aclimatación (tercer mes) de estaquillas de <i>M. dubia</i> | 103 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|---------------|---|---------------|
| 1. | Variación del enraizamiento en relación al número de hojas..... | 47 |
| 2. | Variación del número y longitud de raíz en relación al número de hojas..... | 51 |
| 3. | Variación de las variables de enraizamiento en relación al número de hojas | 52 |
| 4. | Variación del % de enraizamiento mediante la variación de clones en estaquillas de <i>M. dubia</i> | 57 |
| 5. | Comportamiento del número y longitud de raíz mediante la variación de clones en estaquillas de <i>M. dubia</i> | 59 |
| 6. | Comportamiento de las variables de enraizamiento mediante la variación de clones en estaquillas de <i>M. dubia</i> | 60 |
| 7. | Correlaciones para el N° de raíz y % de formación de callo vs % de enraizamiento en estaquillas de <i>M. dubia</i> | 78 |
| 8. | Correlaciones para el % de mortalidad vs % de enraizamiento y % de formación de callo vs N° de raíz en estaquillas de <i>M. dubia</i> | 78 |
| 9. | Correlaciones para el % de mortalidad Vs N° de raíz y % de formación de callo vs longitud de raíz en estaquillas de <i>M. dubia</i> | 79 |
| 10. | Correlaciones para el % de mortalidad vs longitud de raíz y % de formación de callo en estaquillas de <i>M. dubia</i> | 79 |
| 11. | Plantación de camu camu del anexo pacacocha de 19 años de edad..... | 99 |
| 12. | Comportamiento del crecimiento de brotes de plantas madres de <i>Mirciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu arbustivo"..... | 100 |
| 13. | Comportamiento de la temperatura y humedad interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el primer mes de enraizamiento de estaquillas de <i>M. dubia</i> | 101 |
| 14. | Comportamiento de la temperatura y humedad interna de la | |

| | | |
|-----|---|-----|
| | cámara de propagación de sub irrigación durante el segundo mes de enraizamiento de estaquillas de <i>M. dubia</i> . Variación en la altura del estípite..... | 102 |
| 15. | Comportamiento de la humedad interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el proceso de aclimatación de estaquillas de <i>M. dubia</i> | 103 |
| 16. | Comportamiento de la temperatura interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el proceso de aclimatación de estaquillas de <i>M. dubia</i> | 104 |
| 17. | Propagador de sub-irrigación (Longman, 1993)..... | 104 |
| 18. | Estaquilla enraizada de <i>M. dubia</i> tratada con 1 par de hojas cortadas al 50% del área foliar, utilizando propagadores de sub irrigación después de 90 días y sin la aplicación de hormonas..... | 105 |
| 19. | Estaquilla enraizada de <i>M. dubia</i> tratadas con 2 pares de hojas y cortadas al 50% del área foliar utilizando propagadores de sub irrigación después de 90 días sin la aplicación de hormonas..... | 106 |
| 20. | Estaquilla enraizada de <i>M. dubia</i> tratadas con 3 pares de hojas y cortadas al 50% del área foliar utilizando propagadores de sub irrigación después de 90 días sin la aplicación de hormonas..... | 107 |
| 21. | Estaquillas enraizadas de <i>M. dubia</i> utilizando propagadores de sub irrigación después de 90 días sin la aplicación de hormonas y cortadas al 50% de su área foliar..... | 108 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la EE-IIAP-Ucayali, en el periodo comprendido de Setiembre 2007-Abril 2008, con la finalidad de contribuir en el establecimiento de una metodología de propagación vegetativa de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu arbustivo" que permita la multiplicación de fenotipos sobresalientes optimizando el material genético mediante la utilización de estaquillas, y sin la aplicación de hormonas; de esta manera avanzar significativamente en el proceso de mejoramiento genético de la especie. La propagación se realizó en propagadores de sub irrigación con sustrato arena previamente lavada y solarizada. Las estaquillas se colectaron de 9 plantas madres procedentes del Anexo Pacacocha-INIA-Pucallpa, previo trabajo de selección y preparación mediante el trabajo de poda y fertilización foliar; cada estaquilla de cada clon se trató con 2 hojas, 4 hojas y 6 hojas con 9, 12 y 15 cm de longitud respectivamente a fin de determinar el efecto de la variabilidad del ortet y el número de hojas / clon en el enraizamiento y la interacción de ambos. Los tratamientos fueron distribuidos en la cámara utilizando un DBCA con 3 repeticiones, arreglado a un factorial de 9AX3B. Los tratamientos están formados por la combinación de los 9 niveles del factor "A" con los 3 niveles del factor "B", las cuales hacen 27 combinaciones. Cada combinación estuvo representada por 15 estaquillas, haciendo un total de 45 estaquillas en sus tres repeticiones. En el enraizamiento se evaluaron las variables: porcentaje de estacas enraizadas, número y longitud de raíces, porcentaje de estacas con callo y porcentaje de mortalidad, los cuales fueron evaluados a los 90 días después de establecido el ensayo. Los resultados

muestran que el efecto de la variabilidad fenotípica influye de manera altamente significativa en el % enraizamiento, encontrándose un rango muy amplio desde un 80.741 % hasta un 11.11 %, Número de raíz de 3 a 1.5 raíces/estaquilla y Longitud de raíz, de 4.14 a 2.56 cm. El número de hojas tiene un efecto altamente significativo en el enraizamiento, donde los mejores resultados se logró en estaquillas con 4 y 6 hojas, reportando un 47.653 % y 51.85 % de enraizamiento, con 2.3 y 2.2 raíces/estaquilla respectivamente, estadísticamente no existiendo diferencias significativas entre si; así mismo en estaquillas con 6 hojas se logró la mayor longitud de raíz con 4.14 cm, siendo significativamente superior que las estaquillas con 4 hojas (3.59 cm) y 2 hojas (2.03 cm). El efecto de la interacción del factor clon y número de hojas en el % de enraizamiento se tiene: con 6 hojas un rango que va desde 91.113 % hasta 17.777 %, con 4 hojas de 86.667 % a 15.553 %, y con 2 hojas de 64.443 % hasta 0 % de enraizamiento lo cual el 17 % de esta varianza, esta predicha por la variabilidad genética y el número de hojas. El porcentaje de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia* como resultado de una mezcla de 9 clones, bajo parámetros de 4 y 6 hojas, utilizando propagadores de sub irrigación sin la aplicación de hormonas es 49.753 %.

I. INTRODUCCIÓN

El camu camu arbustivo *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, es una especie nativa de las zonas aluviales de la Amazonía Peruana. Se caracteriza principalmente por ser una fuente importante de vitamina C, ya que posee frutos con alta concentración de ácido ascórbico (AA), que ninguna otra especie conocida, razón por la cual el mercado internacional del producto se viene incrementando significativamente (IIAP, 2006).

Sin embargo dada la importancia de la especie, el aprovechamiento comercial es aun incipiente, esto debido a la alta variabilidad genética cuantitativa y cualitativa; que determina una alta heterogeneidad en el rendimiento y contenido de AA, lo que vuelve insostenible la producción (VASQUEZ, 2000).

Frente a este contexto el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), en convenio con el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), viene trabajando en la ejecución del plan de mejoramiento genético con el objetivo de lograr la disponibilidad de material genético selecto para su empleo en sistemas de producción congruentes con la realidad social, económica y ecológica en zonas inundables de la amazonía peruana (IIAP, 2004).

En ese sentido surge la necesidad de diseñar estrategias de clonación en el cultivo de camu camu, a fin de avanzar significativamente en el proceso de mejoramiento genético, promoviendo el cultivo con mayores índices de productividad. Para ello se cuenta con una base tecnológica preliminar sobre la propagación vegetativa, producto de las investigaciones realizadas durante varios años, las mismas que se han venido ajustando con los pequeños paquetes tecnológicos generados, las cuales necesitan ser validados.

Con la finalidad de establecer una metodología que permita clonar eficientemente el material selecto y establecer un paquete tecnológico de clonación que permita optimizar el material genético, para así contribuir al desarrollo sostenible de la población amazónica; se realizó el presente trabajo de investigación que tiene por finalidad validar la metodología de propagación vegetativa en plantas madres promisorias de camu camu arbustivo, mediante la utilización de estaquillas en cámaras de sub irrigación, la cual presenta los objetivos siguientes:

- Determinar el porcentaje de enraizamiento de estaquillas de camu camu arbustivo.
- Determinar la influencia de los clones en el enraizamiento de estaquillas de plantas madres de camu camu arbustivo.
- Determinar la influencia del número de hojas en el enraizamiento de estaquillas de camu camu arbustivo.
- Determinar la interacción de los clones vs número de hojas en el enraizamiento de estaquillas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de camu camu arbustivo

2.1.1. Taxonomía

Según Humboldt *et al.* (1984), citado por VÁSQUEZ (2000), presentan la siguiente clasificación:

| | | |
|--------------|---|--|
| División | : | Fanerógamas |
| Sub división | : | Angiospermas |
| Clase | : | Dicotiledóneas |
| Orden | : | Myrtales |
| Familia | : | Myrtaceae |
| Genero | : | Myrciaria |
| Especie | : | <i>Myrciaria dubia</i> H.B.K. Mc Vaugh |
| Nombre común | : | Camu camu (Perú), Guayabito (Venezuela) Cacari, araza de agua (Brasil). |

2.1.2. Origen y distribución natural

El camu camu es una especie nativa de la amazonía peruana, crece de manera natural en las orillas de los ríos, cochas, lagunas y cursos menores de agua, permaneciendo cubierto con agua hasta por mas de cinco meses (MINAG, 2000). En estado natural se localiza en fajas de riveras que pueden ser muy estrechas, como el río Nanay (unos 5 metros.), hasta muy amplias (100 m.) en el río Putumayo (PINEDO, 2001).

FLORES (1997) manifiesta que esta especie nativa se encuentra distribuida ampliamente en la amazonía continental del Perú, Colombia, Brasil y Venezuela. Su distribución natural indica que la mayor concentración de poblaciones y de diversidad se encuentra en la amazonía peruana (VILLACHICA, 1996). Hacia el sur de Loreto, en la región de Ucayali, su ocurrencia es muy escasa, en contraste con el camu camu arbóreo, que ocurre con mayor abundancia (IIAP, 2004).

2.1.3. Descripción botánica

Según OLIVA (2002), la especie *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh es un arbusto que alcanza una altura promedio de 5.1 m con variación desde 2.4 hasta 6.5 m de altura; se ramifica desde la base formando varios tallos secundarios que a su vez ramifican en forma de vaso abierto. El fruto es de color rojo oscuro, hasta negro púrpura al madurar; de 2 a 4 cm de diámetro; con 1 a 4 semillas por fruto, siendo lo más común 2 a 3 semillas. Las semillas son reniformes, aplanadas con 8 a 11 mm de longitud, cubiertas por una vellosidad blanca. La inflorescencia es axilar, las flores agrupadas de 1 a 12, son subsésiles; cáliz tiene 4 lóbulos ovoides y la corola cuatro pétalos blancos; ovario es ínfero, el androceo cuenta con 125 estambres. Las hojas varían entre 4.5 y 12 cm de longitud y el ancho entre 1.5 y 4.5 cm; ápice muy puntiagudo y base redondeada, a menudo algo asimétrico (IIAP, 2004).

VILLACHICA (1996) agrega que las flores de *Myrciaria dubia* son hermafroditas y la fecundación ocurre por alogamia facultativa, cuya polinización es realizada por la acción del viento o de los insectos; la

endogamia sería en parte prevenida por la falta de sincronía entre el desarrollo del gineceo y el androceo, conduciendo a una alogamia facultativa; es decir, la especie tendría un sistema reproductivo que combina en proporciones aún no determinadas, la autofecundación y la fecundación cruzada.

Según VÁSQUEZ (2000), esta especie tiene un 91 % de alogamia y 9 % de autogamia; razón por la cual IIAP (2006) determinó en condiciones de restinga que del 100 % de la producción de botones florales, solamente el 28.8 % llegan a ser frutos pequeños y el 15% del total de flores llegan a ser frutos de cosecha o frutos maduros. La polinización se produce principalmente por insectos de la especie *Melipona fuscopilara* y *trigona portica* (IIAP, 2004).

2.1.4. Antecedentes de variabilidad genética

a. Variabilidad interespecífica

En América tropical se han identificado y descrito varias especies cultivadas y silvestres del género *Myrciaria*, notándose que la mayor variabilidad en especies se encuentran en el Brasil (MENDOZA y ANGUIZ, 2001). En la región Ucayali no se han encontrado poblaciones naturales de *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh. Pero si de la especie arbórea, *Myrciaria floribunda* West. Ex Wild, caracterizada por su gran porte, gran diversidad en el peso y tamaño de frutos, pero menor contenido de ácido ascórbico. *M. floribunda*, también se encuentra en menor proporción en la región de Loreto donde existen áreas en las que cohabita con *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh. Las observaciones indican que ambas especies poseen abundante variación (VÁSQUEZ, 2000).

b. Variabilidad intraespecífica

Se ha observado una amplia variabilidad fenotípica expresado por diferentes rasgos, tales como color y forma de las hojas, tamaño de fruto, espesor de la cáscara, número de semillas, contenido de ácido ascórbico, precocidad, etc., que constituye una importante fuente de variabilidad para iniciar un programa de mejoramiento. Parte de esta diversidad ha sido colectado y si bien se ha evaluado la productividad durante varios años, no se llegaron a efectuar las pruebas genéticas que discriminen los efectos genéticos de los ambientales; de modo que actualmente se cuenta con material de amplia base no evaluado para el suministro de material propagativo que cubra las necesidades de un programa de mejoramiento (IIAP, 2004). Además, en plantaciones de productores, se han encontrado tipos enanos, frutos de color amarillo, tipos con periodo de cosecha atípica, de altos y estables rendimientos.

2.1.5. Importancia del cultivo

Dentro de la diversidad de frutales nativos existentes en la amazonía peruana, el camu camu arbustivo es una planta con tolerancia a las inundaciones y adaptada a suelos ácidos. Resalta por sus notables características, como son: elevada concentración de ácido ascórbico (vitamina C) en el fruto con 2700 a 3200 mg AA/100 g de pulpa (IIAP, 2001). Además tiene minerales de gran importancia bioquímica como tiamina, riboflavina, niacina y es rico en bioflavonoides (PROMPEX, 1998). Se tiene información de que su corteza y su tallo consumidos en infusión, son un excelente remedio

para la diabetes; así mismo estudios recientes han determinado que la cáscara del fruto maduro tiene una buena concentración del pigmento antocianina ideal para la fabricación de colorantes (IIAP, 2001).

Durante mucho tiempo este frutal pasó desapercibido, hasta que en 1957 el Instituto de Nutrición del Ministerio de Salud del Perú realizó el primer análisis bromatológico de la fruta, arrojando resultados sorprendentes: 2800 mg de ácido Ascórbico/100 g de pulpa. Su cotización a partir de esa fecha fue en aumento, despertando un gran interés en el mercado mundial. En la actualidad su consumo es tan necesario en diferentes países, como es el caso específico del Japón (79.9 %), Estados Unidos (12 %), Holanda (4.1 %) y Hong kong (2.2 %), que son los principales importadores, según los reportes recientes de ADUANAS 2006, las mismas que fueron abastecidas por las principales empresas exportadoras de camu camu del Perú; como son: "Perú Amazon Export (30.4 %), "Empresa Agroindustrial del Peru" (29 %), Agroindustrias Backus (16.3 %), "Oro Verde Holdings" (8.2 %), y entre otros.

IIAP (2001) manifiesta que debido a la elevada concentración de ácido ascórbico, el camu camu es considerado como frutal nativo de primer orden para la agroindustria. Sin embargo, hay una alta variabilidad genética que origina una heterogénea calidad en cuanto al el contenido de ácido ascórbico, cuyos valores se encuentra en un rango de 404.9 a 3253 mg/100 g de pulpa (OLIVA y VARGAS, 2003). Asimismo finalmente podemos considerar al camu camu como la primera especie nativa de importancia económica que se desarrolla en suelos inundables (IIAP, 2006).

2.2. Generalidades de propagación de especies vegetales.

La propagación de las plantas se lleva a cabo mediante dos formas fundamentales: la reproducción sexual y la multiplicación vía asexual, que presentan diversas modalidades de acuerdo a la aptitud y morfología de cada especie (ROCHA, 1998).

La reproducción sexual o germinativa, se refiere a la propagación por medio de semillas, en la cual existe una recombinación genética de los progenitores, logrando así la posibilidad de una variabilidad entre las nuevas plantas (HARTMANN y KESTER, 1998).

En la reproducción asexual o vegetativa se obtienen plantas hijas a partir de porciones de órganos de la planta madre, por lo que no se produce recombinación de genes y las plantas obtenidas serán idénticas a la planta madre (HARTMANN y KESTER, 1998).

2.2.1. Propagación vegetativa

ROJAS *et al.* (2004) manifiestan que la propagación vegetativa o clonación se define como la reproducción de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). Esto es posible porque cada célula de la planta contiene la información genética necesaria para generar la planta entera (HARTMANN y KESTER, 1998).

Esta propagación implica la división mitótica de células, en la cual hay una duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplasma asociado a la célula progenitora para formar dos células hijas, en

consecuencia, las plantas propagadas vegetativamente, reproducen por medio de la replica del ADN toda la información genética de la planta madre (VASQUEZ y TORRES, 1982).

En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otras de iguales características según sean las condiciones de crecimiento (luz, temperatura, nutrientes, sanidad, etc). Esto se debe a que muchas de las células de los tejidos vegetales ya maduros conservan la potencialidad de multiplicarse, de diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces; estos grupos celulares forma parte de meristemos primarios y secundarios que pueden encontrarse en todos los órganos de la planta (ROJAS *et al.*, 2004). A la propiedad de las células vegetativa vivientes de la planta que contiene toda la información genética necesaria para generar un organismo completo se les llama totipotencia (HARTMANN y KESTER, 1998).

2.2.2. Ventajas de la propagación vegetativa

Según ROJAS *et al.* (2004), con la propagación vegetativa se pretende las siguientes ventajas:

- Valorar genéticamente material vegetal, incluyendo estudios de interacción genotipo ambiente, manifestaciones juveniles y maduras de una misma característica.
- Preservar genotipos y complejos genéticos en bancos clonales y arboretos.
- Acortar ciclos reproductivos para acelerar procesos de cruzamiento y prueba.

- Conservar genotipos superiores que determinan características genéticas favorables (resistencia a plagas y/o enfermedades, crecimiento, producción, calidad de frutos, tolerancia a condiciones extremas de humedad o sequía, etc.). Esas características se pueden “perder” por el cruzamiento genético en la propagación sexual.
- Obtener plantaciones uniformes o la producción de un determinado número de individuos con identidad genética.

2.2.3. Desventajas de la propagación vegetativa

ROJAS *et al.* (2004) mencionan algunas limitantes:

- Dispersión de enfermedades, especialmente bacteriales y virales; una vez que la planta adquiere la infección, puede transmitirse rápidamente dentro del sistema de la planta.
- La estrechez genética de las poblaciones propagadas vegetativamente suele convertirse en un problema, pues este tipo de reproducción no permite la recombinación genética que favorece la evolución y adaptación de las especies.

Además, considerando que la reproducción sexual por semilla mantiene la variabilidad genética y el avance evolutivo de la especie, la propagación vegetativa se orienta a la reproducción idéntica de plantas con características deseables como la alta productividad, calidad superior o tolerancia al estrés biótico o abiótico y como tal, juega un papel muy importante en la permanencia de una característica ideal de una generación a otra.

En caso de implementarse masivamente este método, debe ser una norma la búsqueda constante de clones elites con características deseables pero provenientes de diferentes ambientes, que permitan llevar a su vez la variabilidad genética de sus sitios de origen (ROJAS *et al.*, 2004).

2.2.4. Condición de la planta donadora que influyen en la propagación vegetativa

ROJAS *et al.* (2004) mencionan las siguientes condiciones:

A. Tipo de tejido a propagar

Los meristemos juegan un papel muy importante en el momento de la multiplicación vegetativa, y este procedimiento de multiplicación lleva consigo casi siempre la información de nuevos meristemos. Cualquier programa de propagación vegetativa debe considerar que tipo tejidos meristemáticos están involucrados en el propágulo a multiplicar en la planta donadora.

B. Regulación hormonal

El desarrollo normal de una planta depende en gran parte de la interacción de factores externos (luz, nutrientes, agua, temperatura) e internos (hormonas). Las hormonas vegetales, son aquellas sustancias sintetizadas en un determinado lugar de la planta y que se translocan a otros donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo, reproducción y otras funciones de la planta. Hay cinco grupos principales de hormonas reguladoras de crecimiento; las auxinas, giberelinas, citoquininas, el ácido abscísico y el etileno. A cada grupo se les ha asignado un efecto dominante, pero es común encontrar efectos contradictorios en la respuesta fisiológica

asociada a cada etapa de desarrollo (vegetativa y reproductiva). En el momento de optar por la propagación vegetativa, la regulación hormonal dependerá de la especie (genotipo), del ambiente (estímulos físicos) y la respuesta se verá afectada por la concentración y proporción de cada una de estas hormonas.

C. Posición y madurez del tejido

Cuando dos esquejes o propágulos provenientes de la misma planta suelen crecer en forma distinta o simplemente no producen raíces; las causas de este comportamiento se encuentran en la posición original que tenían estos esquejes en la planta, la edad al momento de ser obtenidos y las condiciones ambientales a los que tubo expuesta la planta donadora. Se conoce como Topófisis a los efectos de posición u origen y ciclófisis a los efectos de la edad. En general las plantas jóvenes son vigorosas, tienen dominancia apical fuerte y se regeneran fácilmente por propagación vegetativa.

Las plantas maduras no son vigorosas, ramifican fuertemente debido a la pérdida de dominancia apical por la diferenciación de los meristemas apicales en reproductivos (inflorescencias y frutos) y no se regeneran fácilmente por la propagación vegetativa. El grado de madurez también puede ser definida y mantenerse mediante la propagación vegetativa de la planta madre. El mantener esta fase de desarrollo puede traer beneficios económicos, como en los árboles frutales, que al injertarlos con yemas provenientes de un árbol maduro, florecen poco después de ser injertados o en árboles maderables que conservan su vigor juvenil cuando se propagan por

estacas provenientes de estructuras juveniles del árbol o induciendo a la juvenilidad mediante podas.

2.2.5. Propagación por estacas

Según ROJAS *et al.* (2004), la propagación por estacas consiste en cortar brotes, ramas o raíces de la planta, las cuales se colocan en una cama enraizadora, con el fin de lograr la emisión de raíces y brotación de la parte aérea, hasta obtener una nueva planta.

Las estacas de tallo, que representa una de las formas más importante de propagación vegetativa se pueden dividir en cuatro grupos, de acuerdo a la naturaleza de la madera que se use: madera dura, madera semidura, madera suave y madera herbácea (HARTMANN y KESTER, 1998).

Para lograr un enraizamiento satisfactorio de algunas plantas, pueden ser de gran importancia el tipo de madera y la etapa de crecimiento en que se tome para hacer las estacas (HARTMANN y KESTER, 1998). Para ello, lo primero que uno tiene que hacer es evaluar la planta madre y asegurarse que este en crecimiento vegetativo (sin frutos y flores), esto permitirá obtener estacas con gran capacidad de emitir raíces (LOPEZ y OLIVA, 2005). Se debe elegir una rama terminal semimadura sin floración que tengan al menos cuatro nudos de crecimiento y tres pares de hojas sanas; el corte se realiza bajo un nudo dando al esqueje entre 10 y 15 cm de longitud (ROCHA, 1998). Como las raíces se forman particularmente bien sobre ramas tiernas se suele emplear ramas jóvenes (Cuisance, 1998; citado por QUEUPUMIL, 2004).

2.2.6. Ventajas y desventajas de la propagación por estacas

ROJAS *et al.* (2004) manifiestan que dentro de las ventajas de la propagación por estacas, se tienen: Fácil procedimiento de propagación y rápida propagación de plantas, de una sola planta se obtienen un gran número de nuevas plantas, se requiere poco espacio para realizar la propagación, bajo costo en la propagación y su manejo, homogeneidad de las nuevas plantas obtenidas, no se presentan problemas de incompatibilidades en la propagación.

LOPEZ y OLIVA (2005) agregan que la ventaja de la propagación por estacas en relación con la propagación por injerto, es la confiabilidad de la replicación genética de la planta madre; con esta técnica podemos obtener nuevas plantas a partir de estacas con las características genéticas idénticas a las plantas madres. Generalmente se debe realizar con la finalidad de instalar "jardines clonales", esto quiere decir, propagar las mejores plantas y sembrarlas en un lugar determinado para promover el cruzamiento entre ellas y así poder tener mejores semillas y por ende mejores plantas.

Por otro lado, ROJAS *et al.* (2004) mencionan que las desventajas que pueden presentar este método son: Susceptibilidad a condiciones desfavorables, especialmente en el área radicular, no es posible manejar características genéticas que permitan obtener plantas pequeñas y precoces y bajo porcentaje de prendimiento en algunas especies o variedades.

2.2.7. Factores que afectan el enraizamiento de estacas

Según ROJAS *et al.* (2004), los fenómenos de la emisión radical no se desarrollan de manera aislada en el vegetal, son parte integrante del funcionamiento general de éste, de hecho “controlados” en parte por la acción integral de un cierto número de factores todavía no explicados en su totalidad.

La actividad del cambium ejerce igualmente una influencia, cuanto más importante sea esta actividad, mejor será la calidad y la rapidéz del enraizamiento. Parece igualmente que las yemas y las hojas sean el asiento privilegiado de una cierta forma de “memoria” que dirige las células hacia la organización de meristemas radicales. El hecho de tomar una estaca y de separarla de la planta madre parece que suprime ciertas correlaciones y su efecto es más profundo en algunas especies. VAN y OVERBEEK (1969) manifiesta que es necesario recurrir a una serie de estrategias para seleccionar un mejor sustrato, época de colección, estado fenológico y nutricional de las plantas donantes, dosis de hormona enraizante, tipo de estaca y cantidad de área foliar; en este ultimo manifiesta que se considera de mucha importancia por ser la fuente de auxinas y nutrientes necesarios para la formación de raíces.

A. Origen genético

Esta aptitud para la emisión de raíces no es fácil de determinar visualmente y solo la experiencia permite seleccionar los pies madres que la poseen. Una regla general, que en el interior de un mismo clon, las plantas que brotan en la cepa tienen una mejor aptitud para la propagación por estacas (ROJAS *et al.*, 2004).

Cuadro 1. Estados del proceso de enraizamiento y factores que afectan a cada una de las etapas.

| Proceso y/o Estado | Etapas | Factores |
|---------------------------|--|--|
| Propagación | Planta madre | - Balance hormonal - Estado energético - Minerales - Fitosanitario |
| | Corte de estaca | - Contenido de agua - Número de hojas - Tratamientos externos |
| Inducción | Cicatrización de la herida (formación de callo) | - Contenido de agua - Inducción hormonal - Control fitosanitario |
| Regeneración | Diferenciación | |
| | Primordio de raíz | - Contenido de agua - Inducción hormonal - Control fitosanitario |
| Iniciación | Sistema vascular | |
| | Inicio emisión raíces | - Contenido de agua - Control hormonal - Control fitosanitario |
| Elongación | Crecimiento radicular | - Contenido de agua - Inducción hormonal - Control de minerales - Control fitosanitario |
| Desarrollo | Endurecimiento | - Efecto de fertilizantes - Control hormonal - Control fitosanitario |
| | Crecimiento planta (nueva planta) | - Efecto de fertilizantes - Control hormonal |

Fuente: Wiesman *et al.* (2002) citado por ROJAS *et al.* (2004).

Es común que diversos clones de algunas especies presentan grandes diferencias en la capacidad de enraizamiento; por ejemplo en *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, se ha observado que con algunos clones se puede llegar a obtener sobre un 80 % de enraizamiento, mientras que con otros no se consigue la inducción de raíces (ROJAS *et al.*, 1997). Sin embargo, a un nivel comercial un enraizamiento por debajo del 70 %, no se considera adecuado para ninguna especie (LEAKEY *et al.*, 1987).

B. Estado fisiológico

Su importancia es grande, es la resultante de diversos componentes del metabolismo más o menos influenciado por factores exógenos. Se puede distinguir entre los principales factores que intervienen en la capacidad de producir raíces, la edad del tejido (estado de desarrollo), la regulación hormonal y el estado nutricional de la planta donante, además las condiciones de luz y temperatura de la planta madre y del ambiente de la estaca (ROJAS *et al.*, 2004).

B.1. Edad de los tejidos

El factor juvenilidad de la planta madre, es determinante en la obtención de un gran porcentaje de enraizamiento de estacas (HARTMANN Y KESTER, 1998). Se ha demostrado que las estacas de árboles juveniles enraízan mejor que estacas de árboles adultos (MESÉN, 1998). Si las estacas de tallos son tomadas en la fase de desarrollo juvenil del crecimiento, con frecuencia forman nuevas raíces con mayor facilidad que aquellas tomadas en la fase adulta, ya sean procedente de semillas o propagadas vegetativamente

(QUEUPUMIL, 2004). Como regla general, a medida que aumenta la edad del material a propagar, disminuye la capacidad de enraizamiento (Hartmann y Kester, 1987; citado por SANTELICES, 2005); por general, después del quinto año de edad (WRIGHT, 1984.). Es posible entre otros factores que esta reducción del potencial de enraizamiento con la edad, sea resultado de la disminución del contenido de compuestos fenólicos que actúan como cofactores de las auxinas en la iniciación de las raíces (PINO, 2002); o bien un aumento excesivo de fenoles los que activarían la enzima AIA oxidasa inhibiendo la rizogénesis (LATSAGUE *et al.*, 2001).

Por otra parte, algunos autores señalan, que existe una marcada relación entre la madurez de los tejidos de un esqueje y la rapidez para desarrollar raíces (KRAMM, 1987).

B.2. Estado nutricional de la planta madre

Las condiciones nutritivas adecuadas de la planta madre es un factor determinante para lograr el mejor enraizamiento de las estaquillas tomadas de ella (ROJAS *et al.*, 2004). Frecuentemente el material más adecuado para esquejes se refiere a la riqueza de carbohidratos, siendo éstos firmes y rígidos (HARTMANN y KESTER, 1998). De igual forma lo son las reservas de nitrógeno y la relación carbono nitrógeno (PINO, 2002).

En estacas con alto nivel de nitrógeno, la formación de raíces es escasa, pero para que haya iniciación de raíces se necesita nitrógeno para la síntesis de ácido nucleico y de proteína, de tal modo, que existe un nivel de diferenciación bajo el cual se obstaculiza la iniciación de raíces (DEVLIN,

1982). En este caso el área foliar de la planta madre influye vía fotosíntesis en una adecuada reserva nutricional de la estaca pues la iniciación de las raíces requiere de metabolitos y nutrientes (ROJAS *et al.*, 2004).

HARTMANN y KESTER (1998) señala que no esta claro el que un alto contenido de nitrógeno en la estaca no produzca un buen enraizado, pero es probable que los tejidos con alto contenido de él, tengan desarrollos superfluos, sean suaves y suculentos con poco almacenamiento de carbohidratos, como también pueden ser pobres en otros elementos necesarios para el enraizamiento.

La elección del material adecuado para estacas, en cuanto al contenido de carbohidratos puede determinarse por la estructura y forma del tallo. Aquellos que son pobres en carbohidratos están suaves y flexibles, en tanto que los ricos en carbohidratos son macizos y rígidos y se rompen antes de doblarse. Sin embargo, esta condición puede ser confundida con la macices debido a la madurez de los tejidos (HARTMANN y KESTER, 1998).

En algunos casos la estaca también requiere la presencia de follaje para enraizar, pues sus reservas nutritivas no permiten la creación de nuevas estructuras, por lo tanto para este caso, las estacas deberán mantener cierto número de hojas. No se debe olvidar que también puede aumentar la transpiración, para evitar muerte por desecamiento de la estaca, las condiciones ambientales del sitio de propagación deberán ser muy controladas (ROJAS *et al.*, 2004).

B.3. Regulación hormonal

Existe cierto número de compuestos sintéticos que cuando son introducidos en la planta con frecuencia producen resultados similares a aquellos causados por las hormonas que ocurren naturalmente. Estos compuestos han sido denominados “Reguladores del Crecimiento Vegetal” o Fitorreguladores y no pueden ser llamados hormonas (Barcelló, 1992; citado por FANEGO, 2006).

Los fitoreguladores más importantes en el enraizamiento de estacas en casi todas las especies, que aceleran la formación de callos y posterior aparición de raíces, es esencialmente el uso de hormonas del grupo de las auxinas (QUEUPUMIL, 2004).

Las auxinas son aquellos reguladores de crecimiento que, entre otros fenómenos fisiológicos en los que intervienen, influyen fundamentalmente en la extensión de la pared celular y en la entrada de agua a la célula, por lo que inducen un alargamiento celular (KRAMM, 1987); y ejerciendo también cierta actividad sobre la división celular (QUEUPUMIL, 2004). Por ello, intervienen tanto en la iniciación de las raíces como en el control de su crecimiento y la formación de raíces adventicias (KRAMM, 1987).

La acción de las auxinas según (KRAMM, 1987), se ejerce en dos etapas: en la primera, el efecto es de estimular el crecimiento. La duración de este efecto se acorta progresivamente con el aumento de la concentración, terminando por producir una inhibición, que es la característica de la segunda

etapa. El agente causal sería el etileno, cuya síntesis es estimulada cuando la concentración de la auxina aumenta.

Las hormonas más utilizadas para este propósito, ya sean derivadas de tejidos o producidas sintéticamente, son el ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB), el ácido naftalenacético (ANA) y derivados de éstos (Alpi *et al.*, 1984; citado por QUEUPUMIL, 2004). De todas las hormonas señaladas, la más eficaz ha resultado ser el AIB; no obstante, la formulación de los compuestos comerciales rizógenos contienen frecuentemente otros compuestos debido a su bajo costo (PINO, 2002).

El objetivo de utilizar estas sustancias es aumentar el porcentaje de estacas que forman raíces, acelerar la iniciación de las raíces y aumentar el número de raíces por estaca (FANEGO, 2006).

Por otro lado MESEN (1998), explica que existen especies que no necesitan dosis de hormonas o tratamientos extras para tener eficacia en el enraizamiento, debido a que las estaquillas tienen la cantidad de auxinas necesarias para promover la emisión de raíces de manera eficiente.

La auxina que ocurre naturalmente, es sintetizada fundamentalmente en las yemas apicales y en las hojas jóvenes, se mueve a través de la planta del ápice a la base. El transporte de las auxinas se realiza de forma polar, quiere decir que en el tallo se dará en dirección basípeta y en la raíz en dirección acrópeta (FANEGO, 2006).

El transporte polar ocurre por la diferencia del potencial eléctrico del tallo, el cual es positivo en la base y negativo en el ápice; como el AIA es un ácido que resulta ser electronegativo, es repelido por las células apicales y atraído por las basales (Valdés, 2001; citado por FANEGO, 2006). El movimiento ocurre normalmente en los tejidos como un todo a través de las células, más bien que usando los conductos del xilema y del floema. Presumiblemente el proceso de transporte implique una interacción entre el AIA y la membrana plasmática de las células de la planta (FANEGO, 2006).

La aplicación de auxinas a las plantas causa una variedad de efectos, que difieren según la edad de esta, la especie y más particularmente el tejido donde actúa. Al igual que ocurre con otros compuestos químicos fisiológicamente activos, la auxina es tóxica a altas concentraciones. Los efectos estimulantes de las auxinas sobre el crecimiento de los tallos y raíces es la consecuencia del alargamiento celular. Bajo este efecto, la plasticidad de la pared celular aumenta y la célula se ensancha en respuesta a la turgencia que provoca la entrada de agua en la vacuola (FANEGO, 2006).

El efecto que ejerce el ácido indolacético, producido en la yema apical sobre el desarrollo de las yemas laterales, hace que el balance auxina-citoquinina sea favorable a las primeras, manteniéndose el periodo de dormancia de las yemas laterales. El hecho de eliminar la yema terminal reduce la producción de auxinas y se estimula la brotación al favorecer el equilibrio a las citoquininas (FANEGO, 2006).

Las auxinas promueven el desarrollo de raíces laterales. Estas en cantidades pequeñas estimulan el crecimiento. No obstante en concentraciones mayores, inhiben el crecimiento de raíces primarias, aunque pueden provocar formación de nuevas raíces secundarias. Ellas estimulan el desarrollo de raíces adventicias, por estas razones se emplea comercialmente para estimular la formación de raíces en esquejes, especialmente en el cultivo de plantas leñosas (FANEKO, 2006).

El tratamiento de estacas con auxinas provoca inicialmente la división en forma desorganizadas de las células para dar lugar a una masa de tejidos que se asemeja a un tumor que recibe el nombre de callo, y se produce por la rápida división de las células parenquimáticas, la cantidad de este tejido está relacionado con la concentración de ácido indol acético (AIA) (DEVLIN, 1982). Posteriormente se forman primordios radicales organizados del callo (Barcelló, 1992; citado por FANEKO, 2006).

La aparición de las primeras raíces a través de callo, llevan a suponer que la formación de callo es esencial para el enraizado (KRAMM, 1987). Pues la presencia de parénquima en la medula, la corteza y el xilema pueden provocar la formación de un callo abultado antes de la desdiferenciación de células, que no siempre resulta la formación de raíces (Flores, 1999 y Hartmann *et al.*, 1997; citado por VASQUEZ *et al.*, 2006).

La formación de callo y su posterior aparición de raíces está condicionada con la modificación del cuadro hormonal, conjuntamente con otros factores de crecimiento. En dicho cuadro desarrollan un papel

fundamental los fitoreguladores endógenos, principalmente las auxinas (PINO, 2002).

Las auxinas y el etileno están implicadas en la regulación de la formación de raíces adventicias. Aparentemente los efectos de las auxinas están mediados por la acción del etileno, aunque la acumulación de auxinas estimula la biosíntesis del etileno y este último bloquea el transporte polar de las auxinas. En las plantas leñosas, la auxina promueve el crecimiento del cámbium. Cuando en la primavera comienza a crecer las regiones meristemáticas del vástago, la auxina que desciende desde los ápices vegetativos hace que las células cambiales se dividan, formando floema secundario y xilema secundario. También en este caso, estos efectos son modulados por otras sustancias controladoras del crecimiento en el cuerpo de la planta. (Valdés, 2001; citado por FANEGO, 2006).

C. Condiciones ambientales

Es necesario que las estacas enraícen en condiciones del ambiente que mantengan la mínima pérdida de agua. Comercialmente se les hace enraizar bajo aspersiones de niebla intermitentes o en climas fríos y húmedos, debajo de películas de polietileno colocadas sobre estacas (HARTMANN y KESTER, 1998).

C.1 Sustrato

PINO (2002), señala que para el enraizamiento de estacas debe proporcionarse un sustrato poroso, con capacidad de retención de agua, pero con buen drenaje. Debe contener abundante porosidad para albergar una

atmósfera que ceda a la estaquilla el oxígeno en que las células necesitan en abundancia por la multiplicación.

El medio más utilizado para arraigar estacas es la arena debido a su bajo costo y facilidad de obtención. Su capacidad de retención de agua no es muy buena por lo que obliga a efectuar riegos frecuentes (HARTMANN y KESTER, 1998). Aún así cualquier medio usado debe ser movable y fácilmente trabajado, para facilitar la plantación de los esquejes y particularmente para removerlos con un mínimo daño de raíces. Además debe tener una buena retención de humedad, ser bien drenado y estar libre de hongos y bacterias que puedan atacar a los esquejes (PINO, 2002).

C.2. Humedad del sustrato.

Es un factor importante en la sobrevivencia de la estaca y fácilmente controlable, conociendo los requerimientos de la especie, así como las características de drenaje que presenta el suelo, debido a que tanto un exceso como una falta de humedad son limitantes en el desarrollo radicular (KRAMER, 1960, citado por QUEUPUMIL, 2004). Con el riego se suple la carencia de agua en algunos periodos, para que puedan dar la máxima producción de raíces (MOYA, 2002).

C.3 Humedad del ambiental

La presencia de hojas en las estacas favorece el enraizamiento, pero la pérdida de agua por ellas (evapotranspiración) reduce su contenido hasta un nivel que pueda provocar la muerte de las estacas antes que estas

enraícen (PINO, 2002). Se debe cuidar la hidratación de los tejidos de las estacas, debido a que éstas al no poseer un sistema radicular se ven imposibilitadas de absorber agua desde el suelo, y por el hecho de poseer una masa foliar, se evapora agua a través de ellas, dependiendo de la humedad relativa del aire, que es la que determina el gradiente de difusión o presión de vapor existente entre el medio interno (mesófilo de la hoja) y el exterior que rodea la hoja (DEVLIN, 1982).

La reducción del área foliar ayuda en parte a solucionar este problema, pero se debe tener en cuenta que la presencia de hojas estimula el desarrollo radicular, por la síntesis de carbohidratos, a través del proceso de fotosíntesis (DEVLIN, 1982).

C.4. Temperatura del ambiente y del sustrato

Entre los factores exógenos destaca el papel de la temperatura, para un enraizado óptimo. PINO (2002) señala que la temperatura óptima oscila entre 15 y 30 °C para la mayoría de las especies y variedades. Por otra parte HARTMANN Y KESTER (1998) señalan que la temperatura ambiental óptima de enraizamiento de estacas varía según la especie, para la mayoría de ellas son satisfactorias temperaturas diurnas de unos 21° a 27 °C, con temperaturas nocturnas de 15 °C, aunque ciertas especies enraízan mejor a temperaturas más bajas. En términos generales, el número de raíces por estacas, el porcentaje de enraizamiento y la velocidad de formación de raíces, son incrementados con el aumento de temperatura.

Las temperaturas del sustrato deben fluctuar entre los 20 y 25 °C, ya que es la temperatura la que influye sobre la actividad biológica del suelo. Las bajas temperaturas interrumpen el desarrollo de las raíces. Y las altas temperaturas pueden limitar gravemente el crecimiento de la raíz y quemar la base de las estacas (SÁNCHEZ, 2002).

C.5. Luminosidad

En el enraizamiento de estacas de hojas los productos de la fotosíntesis son importantes para la iniciación y crecimiento de las raíces. La duración e intensidad de la luz debe permitir la acumulación de carbohidratos mayores a los consumidos en la respiración. La luz al actuar sobre los estomas regulando el proceso de cierre y apertura, lo hace también sobre la transpiración, lo que la sitúa junto con la temperatura como los dos factores más importantes (DEVLIN, 1982; HARTMANN y KESTER, 1998)

D. Aspectos fitosanitarios

El estado de salud de las plantas donantes y de las yemas también es importante, hay que evitar coleccionar yemas de plantas enfermas, especialmente de bacterias, virus u hongos. Esto no solamente afecta el proceso de enraizamiento, sino que se puede expandir el problema cuando la yema se transplante al campo. En algunos casos las yemas pueden ser tratadas con pesticidas o mojadas en una mezcla con esterilizante (ROJAS *et al.*, 2004).

2.2.8. Propagadores de Sub irrigación

Los propagadores de sub irrigación fue desarrollado en el Instituto de Ecología Terrestre de Escocia (ITE), en un trabajo conjunto entre el CATIE y el ITE (LEAKEY *et al.*, 1990). Consiste en un invernadero en miniatura, los cuales tienen la función de proveer agua por capilaridad a los diferentes sustratos y evitar su evaporación (MESEN, 1998).

El uso de propagadores viene a ser una tecnología sencilla, que ha sido probada con éxito en Centro América y África (LEAKEY *et al.*, 1990); que probaron ser efectivos para la propagación de gran cantidad de especies tropicales, con las ventajas adicionales de que son baratos y fáciles de utilizar y no requieren de electricidad ni agua de cañería, lo cual los hace apropiados para condiciones rurales y programas con bajo capital (MESEN, 1998); ya que propone el uso de materiales disponibles localmente y puede usarse a pequeña o gran escala (LONGMAN, 1993).

El Propagador de sub-irrigación (Figura 13 del Anexo) ha sido descrito en detalle por (LEAKEY *et al.*, 1990). Es básicamente un marco de madera o de metal rodeado por plástico transparente para hacerlo impermeable. Los primeros 25 cm se cubren con capas sucesivas de piedras grandes (6 - 10 cm de diámetro), piedras pequeñas (3 - 6 cm) y grava, y los últimos 5 cm se cubren con un sustrato de enraizamiento (arena fina, aserrín, etc.). Los 20 cm basales se llenan con agua, de manera que el sustrato de enraizamiento siempre se mantendrá húmedo por capilaridad. Para introducir el agua u observar su nivel, se utiliza un cilindro de bambú o cualquier otro

material insertado verticalmente a través de las diferentes capas del material. Internamente se utilizan marcos de reglas que le dan apoyo a la estructura y a la vez proporcionan sub divisiones que permiten el uso de sustratos diferentes dentro del mismo propagador. La caja se cubre con una tapa que ajuste bien, también forrada de plástico, para mantener alta la humedad interna. El agua del propagador debe cambiarse al menos cada seis meses.

El microambiente dentro del propagador ejerce una influencia crítica en el enraizamiento de estacas (MESEN, 1998). El microambiente ideal debe mantener niveles óptimos de irradiación, temperaturas adecuadas en el aire, el sustrato y las hojas y buen balance de agua en las estacas (Loach, 1988; citado por MESEN, 1998). El microclima de los propagadores de sub-irrigación es comparable al de otros sistemas más sofisticados. En una comparación del sistema de sub-irrigación con el de nebulización; se encontraron valores menores de humedad relativa, temperatura foliar y temperatura del aire. Además, el aire se satura en horas de la noche, lo cual resulta la condensación de agua en la hojas y humedecimiento del follaje. Gran cantidad de agua también se condensa en el plástico de la tapa, y su caída contribuye además al humedecimiento de las hojas (MESEN, 1998). Las evaluaciones del sistema de sub-irrigación han demostrado que es al menos tan efectivo como otros sistemas mas sofisticados, e indican su potencial para un rango amplio de especies (NEWTON y JONES, 1993). Para ciertas especies de zonas áridas, susceptibles a pudrición bajo nebulización, el sistema de sub-irrigación parece ser más apropiado (LEAKEY *et al.*, 1990).

En los propagadores de sub-irrigación, durante el proceso de enraizamiento se requiere cierta cantidad de luz, para permitir una tasa adecuada de fotosíntesis en las estacas. Sin embargo la irradiación excesiva provoca el cierre de estomas y la consecuente reducción en el intercambio gaseoso, pérdida de turgencia e incluso la muerte de la estaca. Las irradiaciones en un día soleado puede llegar a los $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, mientras que la irradiación máxima necesaria para la mayoría de las especies es de 400-600 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (MESEN, 1998). Por lo tanto, es necesario proporcionar sombra al área de propagación para reducir la irradiación a niveles adecuados y consecuentemente, reducir la temperatura dentro de los propagadores. Bajo dichas condiciones, el uso de una malla de sarán ha dado buenos resultados para la mayoría de las especies evaluadas, aunque alternativamente, se pueden utilizar hojas de palma o cualquier otro material disponible localmente (MESEN, 1998).

2.3. Antecedentes de la propagación vegetativa del camu camu

El camu camu es difícil de enraizar, por tratarse de una especie arbustiva, lo cual dentro de su estructura, contiene células lignificadas (BAUS *et al.*, 1996). Diversos investigadores han venido desarrollando pruebas en diversos sustratos y dosis de hormonas enraizantes, con estacas de diámetro desde 0.8 cm hasta 3 cm, con resultados satisfactorios como Santana (1997) citado por OLIVA (2007) quien realizó el enraizamiento utilizando como sustrato arena y aserrín, mediante la aplicación de hormonas enraizantes con dosis de 0, 200, 2000 y 20000 ppm de ácido indolbutírico (AIB) con un toque al 20 % de

ácido naftalacético (ANA), bajo 4 riegos diarios a través de 4 aspersores, logrando obtener hasta 56 % y 48 % de enraizamiento en estacas tratadas con 200 y 2000 ppm de AIB respectivamente; otro buen resultado fue reportado por MENEZES (1998), que utilizó sustratos de arena y aserrín, con la aplicación de 0, 150, 300, 1000 y 1500 ppm de AIB, obteniendo sobre sustrato arena hasta 73 % de enraizamiento en las concentraciones de 300 y 1000 ppm de AIB. Por su parte GALUCIO (2002), utilizando estacas con diámetros mayores que 0.8 cm y aplicando 200 ppm de ANA logró obtener a los 90 días hasta un 90 % de enraizamiento. Así mismo OLIVA y VARGAS (2003) han logrado hasta 80 % de enraizamiento utilizando estacas de 1.5 a 2.0 cm de diámetro y 25 cm de longitud, con la aplicación de 200 ppm de AIB en 48 horas de inmersión. Contrariamente a los resultados anteriores. Además, en el año 2006 en su primer trabajo de enraizamiento utilizando estaquillas, han logrado hasta 38.8 % de enraizamiento, sin aplicación de hormonas, lo que pone en evidencia de una nueva orientación de propagación optimizando material genético a diferencia de los experimentos anteriores, que han tenido buenos resultados, pero el material genético no soportará para la propagación en cantidades altas. Bajo este contexto OLIVA (2007) realizó la propagación de estaquillas colectados de las ramas fruteras de plantas madres de 10 años de edad, utilizando cámaras de propagación con sub irrigación en sustrato arena; con la aplicación de 4 tratamientos (estaquillas con 4 hojas y sin la aplicación de hormonas, con 1 hoja + extracto de fruto pintón maduro, con 2 hojas + extracto de ápice y 3 hojas + extracto de ápice), logrando obtener a los 90 días un 73.33 % de enraizamiento con el tratamiento testigo con 4.18 raíces por estaquilla, la

cual se comportó estadísticamente similar a los demás tratamientos pero significativamente superior al tratamiento extracto de frutos que solo alcanzo un 30 % de enraizamiento. Cabe resaltar que la aplicación de los extractos tanto de fruto como de ápice fue en la parte basal de las estaquillas por un tiempo de 20 minutos de inmersión.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (EE-IIAP) – Ucayali; jurisdicción del distrito de Yarina Cocha, provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali; ubicado a 12.4 Km de la carretera Federico Basadre - ciudad de Pucallpa. Geográficamente se encuentra ubicado a 8° 22' 31" de latitud Sur y 74° 34' 35" de longitud Oeste; a una altitud de 154 msnm.

3.1.1. Clima

La Región Ucayali se caracteriza por ser cálida y húmeda, con una temperatura media anual de 26.44 °C, con un promedio de máxima y mínima de 41 °C y 20.2 °C respectivamente, humedad relativa de 82.93 %, y con una precipitación anual promedio de 1773 mm.

3.1.2. Ecología

Según la clasificación ecológica del Perú, la Región Ucayali pertenece a un Bosque Húmedo Tropical con cuatro ciclos estacionales: Primer ciclo lluvioso (comprende los meses de febrero a mayo), ciclo seco (junio a agosto), segundo ciclo lluvioso (setiembre a noviembre) y ciclo semi seco (diciembre a enero).

3.2. Materiales del experimento

3.2.1. Material genético

- *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh (camu camu arbustivo).

3.2.2. Cámaras de propagación

- Para realizar la propagación vegetativa del material genético se contó con una cámara de propagación con sub irrigación, de una capacidad propagativa de hasta 2000 estaquillas.

3.2.3. Materiales complementarios

- Croquis de ubicación de plantas madres
- Formato de codificación y evaluación de plantas madres
- Libreta de evaluaciones
- Moto pulverizador; Marca: SOLO, Capacidad: 13 L.
- Tijera de podar Marca: BAHCO
- 9 Cajas de tecnopor, Capacidad 20 Kg.
- Hielo 5 Kg/caja
- Papel periódico
- Plumón indeleble
- Cinta de embalaje
- Regla milimetrada
- 1 Hidro-termometro
- Abono Foliar (EXTRAFOLLAGE)
- Fungicida agrícola (FUNGOQUIM)

3.3. Metodología de investigación

3.3.1. De las instalaciones

Para este estudio, se contó con las instalaciones de propagación vegetativa de la EE-IIAP-Ucayali, que reúne las condiciones siguientes:

- Proporciona sombra (50 % luz) para controlar la irradiación directa de la luz solar.
- Presenta un piso con topografía plana, para permitir la homogeneidad en la distribución del agua interior de la cámara.
- Fuente de agua permanente.

3.3.2. De la preparación del propagador de sub irrigación

El sustrato que se utilizó en la cámara, para el enraizamiento de las estaquillas fue "arena" previamente lavada y solarizada (para evitar problemas de plagas y enfermedades). Para ello, primeramente sobre la base se colocaron las piedras en tamaño decreciente, manteniendo siempre el nivel; donde los primeros 25 cm se cubrieron con capas sucesivas de piedras grandes (6-10 cm de diámetro), piedras pequeñas (3-6 cm), grava, y los últimos 5 cm se cubrió con el sustrato de enraizamiento (arena fina).

Durante el proceso de llenado, en la parte anterior de la cámara se fijaron en posición vertical los 3 tubos de 4" de diámetro, permitiendo sobresalir 15 cm sobre la superficie del propagador, que sirvieron para canalizar el ingreso de agua al interior de la cámara. Luego por este medio

se llenó con agua los 20 cm basales de la cámara de propagación, para de esta manera mantener siempre húmedo por capilaridad al sustrato de enraizamiento.

3.3.3. De la propagación vegetativa

a. Identificación del material genético

Para el trabajo de clonación, primeramente se identificaron a las mejores plantas madres de camu camu arbustivo, como fuente de material genético, con características fenotípicas superiores (rendimiento Kg/pl/año, ácido ascórbico, tamaño de fruta, etc) de la Unidad de Conservación del Anexo Pacacocha de la Estación experimental Agraria- Pucallpa – INIA. Para ello se contó con toda la información proporcionada por el INIA – IIAP, sobre la caracterización y selección de las 50 mejores plantas madres. Esta selección se realizó de acuerdo al Sistema Estadístico de Selección Genética Computarizada (SELENGEN).

La Unidad de Conservación del Anexo Pacacocha, fué establecida en el año 1988 por el INIA. Esta plantación esta formado por 315 plantas de camu camu arbustivo, que proceden de tres poblaciones naturales: Rio Nanay, Morona cocha y Supay cocha; están mezclados al azar en una sola parcela, con un distanciamiento de 3 x 3 m, en un típico suelo aluvial reciente formado por las deposiciones de las inundaciones del río Ucayali y reciben cuidados regulares de limpieza y control de plantas parásitas, no habiendo recibido fertilización ni podas.

b. Selección de plantas madres

De las 50 mejores plantas, solamente se seleccionaron 9 plantas madres para el trabajo de clonación, con estado fenológico en crecimiento vegetativo, además de estar libre de ataque o indicios de plagas y/o enfermedades. Estas plantas corresponden a los a los códigos siguientes:

Cuadro 2. Selección de plantas madres de *M. dubia* por el alto rendimiento y contenido de ácido ascórbico del Anexo Pacacocha en Convenio INIA-IIAP.

| Código Planta | AA/100g pulpa (mg) | Rendimiento (Kg/pl/año) | Tamaño de fruta (cm) |
|------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|
| 192 | 2631.53 | 7.204 | 9.13 |
| 227 | 2620.21 | 1.840 | 13.000 |
| 261 | 2586.78 | 20.191 | 12.667 |
| 2 | 2584.64 | 13.152 | 8.585 |
| 81 | 2239.73 | 9.353 | 7.884 |
| 253 | 1817.9 | 24.457 | - |
| 43 | 1288.1 | 21.042 | - |
| 278 | - | 11.697 | - |
| 40 | 663.4 | 9.656 | 7.143 |

c. Preparación de plantas madres

- **Poda:** A las plantas madres seleccionadas se realizó la poda de fructificación en el nivel terciario y/o ramas fruteras, con la ayuda de una tijera de podar; este trabajo se realizó con el objetivo de obtener material vegetativo de la misma edad en el momento determinando.

- **Aplicación de abono foliar:** se aplicó cada 15 días por un periodo de tres meses (EXTRAFOLLAGE) utilizando la Moto pulverizadora, con una dosis de 7.5 g/l.

- **Monitoreo de brotes:** Se realizó durante los tres meses después del realizado el trabajo de poda; en esta FACE se evaluó el crecimiento y desarrollo de los brotes, al mismo tiempo se determinó el momento óptimo de cosecha de las estaquillas (antes de la producción de botones florales).

d. Colecta del material vegetativo

- **Preparación de cajas térmicas:** Las cajas fueron de tecnopor y se acondicionaron para brindar condiciones frías (14 – 16 °C), para ello se colocaron cubos de hielo en la base de cada caja y cubriéndolo con papel periódico (e = 3 mm) a fin de evitar el contacto directo con las estaquillas.

- **Cosecha de estaquillas:** Se realizó con la ayuda de una tijera de podar. Las estaquillas que se tomaron fueron de los brotes de las ramas fruteras en estado de crecimiento vegetativo de longitudes variables e inmediatamente se fueron colocando en las cajas térmicas con sus respectivos códigos y sellados herméticamente con cinta de embalaje para ser transportados hasta el centro de propagación clonal. En total se colectaron 135 estaquillas/planta madre, que hicieron un total de 1215 estaquillas.

El trabajo de colecta se realizó por la mañana antes de las 10 a.m. evitando las horas más calientes del día, para de esta manera colectar y mantener la turgencia del material.

e. Instalación del material vegetativo

- **Dimencionamiento:** Se dimensionaron las estaquillas a 9, 12 y 15 cm, de longitud con 2, 4, y 6 hojas respectivamente por cada código del material genético, haciendo un total 135 estaquillas/Código. Luego se cortaron las hojas hasta un 50 % de su área foliar, a fin de lograr el mejor balance entre las desventajas de la transpiración y las ventajas de la fotosíntesis.

- **Siembra:** Las estaquillas se instalaron en la cámara de propagación a un distanciamiento de 5 x 5 cm. Para ello antes de insertar las estaquillas se hicieron hoyos en el sustrato de 3 cm de profundidad, de un diámetro mayor que las estaquillas (5 mm). Luego se colocaron el material vegetativo con cuidado y se presionó el medio alrededor de la estaquilla. Las estaquillas fueron distribuidas de acuerdo al diseño experimental.

f. Monitoreo de enraizamiento

Este proceso incluye todas las actividades de manejo que se realizó en la cámara de propagación, los cuales son:

- **Control de T° y H°:** Una vez instalada las estaquillas para enraizamiento, se procedió al cuidado, mantenimiento y verificación periódica del contenido de agua, humedad y temperatura. Esta actividad de monitoreo se realizó durante todo el proceso de enraizamiento (90 días) que es el momento óptimo en que las estaquillas logran el enraizamiento total. Se trató de mantener a una temperatura óptima para el enraizamiento (entre 20 y 25 °C), pero cuando la temperatura aumentaba en la cámara a más de 30 °C, se tubo que mantener también alta la humedad relativa (más del 90 %), para ello se

agregó más agua a la cámara, por el tubo de sub irrigación, además de asperjar las hojas con agua, mediante un aspersor manual, esto siempre se realizó en los periodos de alta temperatura.

- **Aclimatación:** Esta etapa se realizó después de los 60 días de instalado el experimento y consistió en abrir gradualmente la tapa del propagador hasta 20 centímetros cada 6 días, hasta completar los 90 días, con el objetivo de ir aclimatando gradualmente a las estaquillas. De esta manera al término del proceso de enraizamiento, las estaquillas estuvieron aclimatadas al ambiente externo donde fue evaluado y a mismo tiempo repicado, con los mismos cuidados que se le brinda a cualquier planta de vivero.

3.3.4. Disposición experimental

a. Componentes en estudio

El experimento comprende el estudio de 2 factores:

- Factor A: Estaquillas de plantas madres de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh (Factor Fenotipo),
- Niveles del Factor A:
 - A1: Estaquillas de la planta madre N° 43
 - A2: Estaquillas de la planta madre N° 278
 - A3: Estaquillas de la planta madre N° 253
 - A4: Estaquillas de la planta madre N° 2
 - A5: Estaquillas de la planta madre N° 40
 - A6: Estaquillas de la planta madre N° 81
 - A7: Estaquillas de la planta madre N° 192

A8: Estaquillas de la planta madre N° 261

A9: Estaquillas de la planta madre N° 227

- Factor B: Número de hojas / estaquilla

- Niveles del Factor B:

B1: Estaquillas de 9 cm de longitud con 2 Hojas

B2: Estaquillas de 12 cm de longitud con 4 Hojas

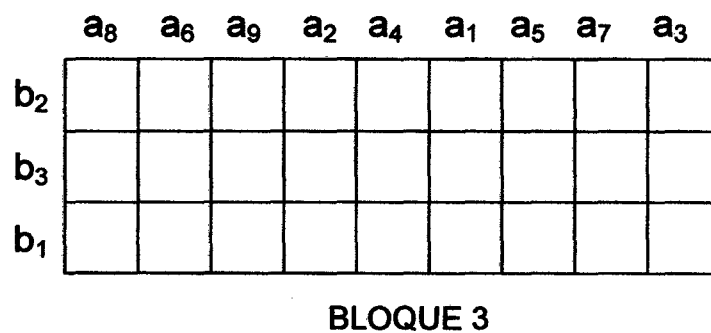
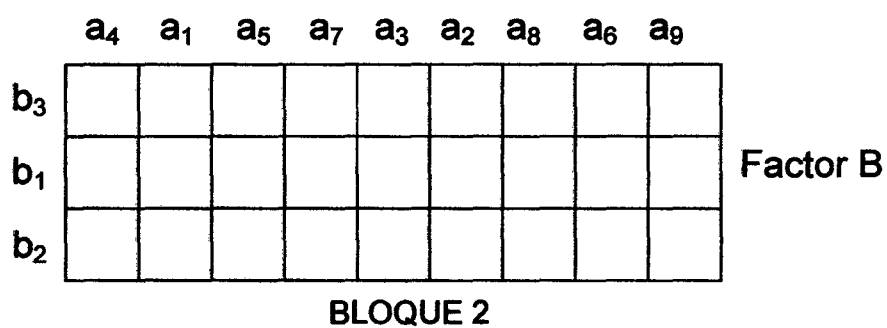
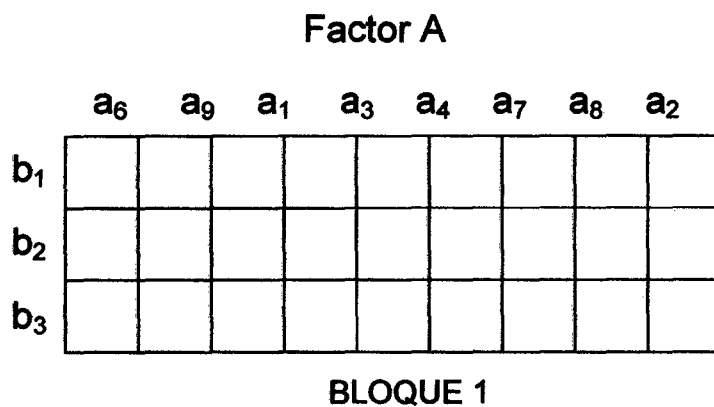
B3: Estaquillas de 15 cm de longitud con 6 Hojas

b. Diseño experimental

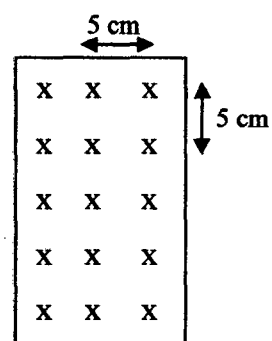
El Experimento emplea un Factorial 9B X 3B, arreglado en Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 3 repeticiones.

Los tratamientos están formados por la combinación de los 9 niveles del factor "A" con los 3 niveles del factor "B", las cuales hacen 27 combinaciones o tratamientos: $a_1b_1, a_1b_2, a_1b_3, a_2b_1, a_2b_2, a_2b_3, \dots, a_9b_1, a_9b_2, a_9b_3$). Cada combinación esta representada por 15 estaquillas, haciendo un total de 45 estaquillas en sus tres repeticiones.

c. Distribución experimental



▪ **Unidad experimental:**



3.3.5. Análisis estadístico

a. Análisis de varianza (ANVA)

| F. V. | G. L |
|--------------------|------|
| Bloque | 2 |
| Tratamiento | 26 |
| Factor A | 8 |
| Factor B | 2 |
| A x B | 16 |
| Error experimental | 52 |
| Total | 80 |

b. Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i (a_i + b_j + a_i b_j) + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es el resultado que se obtendrá de la interacción del i-ésimo clon por el j-ésimo N° de hojas perteneciente a la k-ésima repetición.

μ = Efecto de la media general.

a_i = Efecto del i-ésimo nivel del Factor A (clon) en estudio.

b_j = Efecto del j-ésimo nivel del Factor B (N° de hojas) en estudio.

$a_i b_j$ = Efecto de la interacción del i-ésimo clon por el j-ésimo N° de hojas

β_k = Efecto de la k-ésima repetición.

ε_{ijk} = Es el efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación.

Para:

$i = 1, 2, \dots, 9$ Clones

$j = 2, 4, 6$ hojas

$k = 1, 2, 3$, repeticiones

3.3.6. De las evaluaciones de variables de enraizamiento

Se realizó al término de los 90 días; después de culminado el proceso de enraizamiento de las estaquillas. Se tomaron los datos de las variables siguientes:

- Número de estaquillas enraizadas
- Número de raíces/estaquilla
- Longitud de raíces.
- Formación de callos
- Numero de estaquillas muertas

Los datos tomados fueron puestos a una base da datos, utilizando el programa Excel, y con ello se determinó los siguientes:

a. Determinación del enraizamiento (%)

Se determinó en función a las siguientes formulas:

$$\%E = (Er/E) \times 100 \quad \%M = (Em/E) \times 100 \quad \%C = (Ec/E) \times 100$$

Donde:

Er = N° de estaquillas con raíz

Ec = N° de estaquillas con formación de callo

Em = N° de estaquillas muertas

E = N° total de estaquillas puesta a enraizar

$\%E$ = Porcentaje de enraizamiento

$\%C$ = Porcentaje de formación de callo

$\%M$ = Porcentaje de Mortalidad

b. Efecto de la planta madre en el enraizamiento

Se determinó mediante un análisis estadístico de los resultados obtenidos de cada nivel del Factor A (clon), en base al % de enraizamiento; N° de raicillas/clon, % de formación de callo y % de mortalidad; para ello se realizó la prueba estadística de Tukey con un nivel de significancia de 5 %. Los datos fueron analizados utilizando el Software Estadístico SPSS versión 13.

c. Efecto del número de hojas en el enraizamiento

Se determinó mediante un análisis estadístico de los resultados obtenidos de cada nivel del factor B (Numero de hojas/estaquilla), en base al % de enraizamiento; N° de raicillas/clon, % de formación de callo y % de mortalidad; para ello se realizó la prueba estadística de Tukey con un nivel de significancia de 5 %. Los datos fueron analizados utilizando el Software Estadístico SPSS versión 13.

d. Interacción del factor clon vs N° de hojas en el enraizamiento

Se determinó, como resultado de la interacción de las combinaciones de los niveles del factor B (N° de hojas) con cada nivel del factor A, en el enraizamiento (variable dependiente); se analizó correlaciones y regresiones.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 90 días después de establecido el experimento de enraizamiento de estaquillas procedentes de 9 Plantas Madres de *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh "camu camu arbustivo", sin la aplicación de Hormonas y utilizando una tecnología sencilla mediante propagadores de Sub Irrigación, se obtuvo lo siguiente:

4.1. Comportamiento del enraizamiento de estaquillas de *M. dubia* mediante el incremento del número de hojas.

Cuadro 3. Datos de las variables de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia* en relación al número de hojas.

| Nº de Hojas | Parámetros estadísticos | Enraizamiento (%) | Producción de raíces | | Formación de Callo (%) | Mortalidad (%) |
|-------------|-------------------------|-------------------|----------------------|---------------|------------------------|----------------|
| | | | Cantidad (Nº) | Longitud (cm) | | |
| 2 Hojas | Promedio | 30.616 | 1.6 | 2.03 | 36.296 | 44.198 |
| | Desv. Estand. | 25.637 | 0.6 | 0.78 | 19.245 | 21.889 |
| | Max | 73.330 | 7.0 | 10.20 | 86.667 | 93.333 |
| | Min | 0.000 | 1.0 | 0.20 | 0.000 | 13.333 |
| 4 Hojas | Promedio | 47.653 | 2.0 | 3.87 | 27.407 | 25.926 |
| | Desv. Estand. | 25.867 | 0.7 | 1.90 | 20.114 | 14.715 |
| | Max | 100.000 | 9.0 | 11.50 | 60.000 | 60.000 |
| | Min | 13.330 | 1.0 | 0.80 | 0.000 | 0.000 |
| 6 Hojas | Promedio | 51.852 | 2.1 | 4.75 | 27.654 | 20.000 |
| | Desv. Estand. | 26.366 | 0.8 | 2.84 | 24.229 | 11.839 |
| | Max | 100.000 | 4.0 | 15.50 | 80.000 | 53.333 |
| | Min | 13.330 | 1.0 | 0.70 | 0.000 | 0.000 |
| Total | Promedio | 43.374 | 1.9 | 3.67 | 30.453 | 30.041 |
| | Desv. Estand. | 27.246 | 0.7 | 2.34 | 21.446 | 19.469 |
| | Max | 100.000 | 9.0 | 15.50 | 86.667 | 93.333 |
| | Min | 0.000 | 1.0 | 0.20 | 0.000 | 0.000 |

La influencia del área foliar en el enraizamiento de estaquillas de *M. dubia*, se ven reflejados en el cuadro 3, donde los mejores resultados se obtuvieron en estaquillas con 6 hojas, con un promedio de 51.852 % de enraizamiento, seguidamente en estaquillas con 4 hojas, se obtuvo un promedio de enraizamiento de 47.653 %; finalmente en estaquillas con 2 hojas el porcentaje de enraizamiento disminuyó hasta un 30.616 %. Esta tendencia pone en evidencia la importancia del área foliar en el proceso de enraizamiento, donde se observa que a mayor N° de hojas, se obtienen mayores porcentajes de enraizamiento (Figura 1).

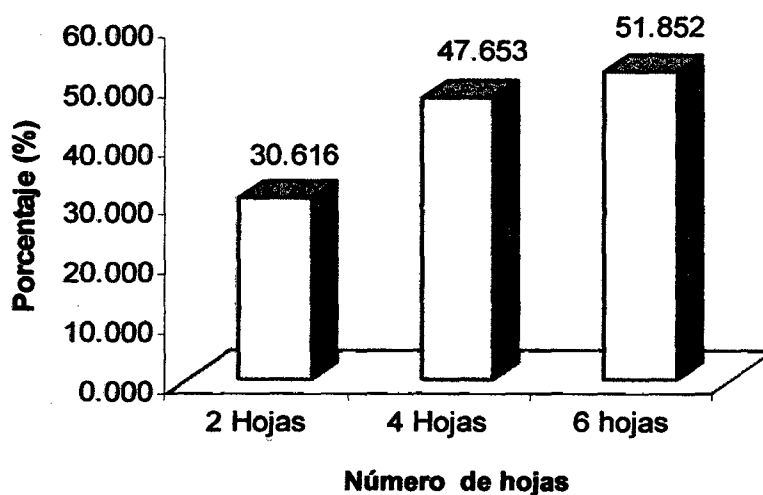


Figura 1. Variación del enraizamiento en relación al número de hojas.

En este caso el área foliar de las estaquillas con 4 y 6 hojas, influyó en una adecuada reserva nutricional; pues la emisión de raíces requieren de metabolitos y nutrientes (ROJAS *et al.*, 2004). Además por ser esta la fuente de asimilados, auxinas y otras sustancias indispensables para el enraizamiento (VAN y OVERBEEK, 1969 y MESÉN, 1998). Se ha demostrado que la división

de las primeras células iniciadoras de la raíz depende de la auxina (HARTMANN y KESTER, 1998). Es probable de que cuando las estaquillas de *M. dubia*, sometida al enraizamiento con 2 hojas; la probabilidad a enraizar es menor, debido a que la cantidad de área foliar no permite una adecuada reserva nutritiva en los tejidos para un eficiente ordenamiento de los elementos promotores del enraizamiento.

De los resultados de este experimento se deduce que hubo una baja respuesta en el enraizamiento de estaquillas de camu camu, frente al 73.33 % obtenido por OLIVA (2007), y que supera al mayor porcentaje promedio obtenido (51.852 %) cuando se trató en estaquillas con 6 hojas. Esto probablemente se debió a las diferencias en el material genético empleado, por la alta variabilidad existente en la especie (OLIVA y VARGAS, 2003). Además la edad de la planta madre pudo haber contribuido en una disminución en la capacidad rizogénica de las estaquillas, por el material vegetativo empleado, ya que proceden de plantas adultas de 19 años de edad. Se ha demostrado que las estacas de árboles juveniles enraízan mejor que estacas de árboles adultos (MESÉN, 1998); y que el factor juvenilidad de la planta madre es determinante en la obtención de un gran porcentaje de enraizamiento de estacas, como regla general, a medida que aumenta la edad del material a propagar, disminuye la capacidad de enraizamiento, (HARTMANN y KESTER, 1998); en este caso, es probable que a dicha edad, las plantas madres del experimento, hayan perdido en cierto grado la capacidad de enraizar. Por lo general, la capacidad de enraizamiento disminuye después del quinto año de edad (WRIGHT, 1984). Es posible entre otros factores que esta reducción del potencial de enraizamiento

con la edad, sea resultado de una disminución del contenido de compuestos fenólicos, que actúan como cofactores de las auxinas en la iniciación de las raíces (PINO, 2002). O bien un aumento excesivo de fenoles los que activarían la enzima AIA oxidasa, inhibiendo la rizogénesis (LATSAGUE *et al.*, 2001).

Por otro lado se puede sumar a la baja respuesta de enraizamiento en las estaquillas, al estado nutricional de la planta madre donante, los mismos que dentro de la Unidad de Conservación, nunca recibieron fertilización, ni podas (a fin de mantener la juvenilidad), y que la aplicación del abono foliar durante el periodo de la preparación de las plantas madres, no fueron suficientes como para mantener una buena reserva nutricional; ya que las condiciones nutritivas adecuadas de la planta madre es un factor determinante para lograr el mejor enraizamiento de las estaquillas tomadas de ella (ROJAS *et al.*, 2004). En el experimento; el área foliar de la planta madre, influyó vía fotosíntesis en una escasa reserva nutricional en las estaquillas. Es probable que la mayoría de este compuesto aplicado, fueron utilizados solamente para acelerar la formación y el crecimiento de los brotes. En consecuencia, una planta madre con buena reserva nutricional, proporciona estacas ricos en carbohidratos, que determinan en gran medida, la obtención de raíces (HARTMANN y KESTER, 1998). De igual forma son las reservas de nitrógeno y la relación carbono nitrógeno (PINO, 2002). Por lo que en el experimento, la falta de un balance del contenido de este compuesto (reservas de nitrógeno) indispensables para la síntesis de ácido nucleico y de proteínas, haya existido un nivel bajo de diferenciación celular, lo que han obstaculizado la iniciación de raíces (DEVLIN, 1982).

Además, en nuestro ensayo, para determinar el efecto del incremento del área foliar en el enraizamiento (para todas las variables evaluadas), ha existido una amplia variabilidad genética en las estaquillas producto de una mezcla de clones de 9 Plantas madres (ecotipos que manifiestan diferentes caracteres fenotípicas en cuanto al rendimiento y contenido de ácido ascórbico) (Cuadro 2); lo cual han manifestado una amplia variabilidad en las respuestas de enraizamiento.

La Desviación Estándar dentro de los parámetros estadísticos del Cuadro 3, es un indicador del alto grado de dispersión en las respuestas de enraizamiento (% de enraizamiento, número y longitud promedio de raíces, % de formación de callo y Mortalidad), encontrándose desde un mínimo de 13.33 % hasta un máximo de 100 % de enraizamiento en estaquillas con 4 y 6 hojas, pero cuando las estaquillas presentaron 2 hojas, el grado de dispersión aumenta, debido a que en este último se obtuvieron hasta 0 % de enraizamiento. Este grado de dispersión afectó directamente al promedio de enraizamiento de las estaquillas.

El efecto del área foliar de las estaquillas también afectó en número y longitud de raíces, siendo el más evidente en cuanto a longitud (Figura 2). Se observa que esta longitud tiene una relación directa con el área foliar. Si incrementamos el área foliar en las estaquillas, estaremos aumentando la posibilidad de obtener estaquillas con raíces de longitudes mayores

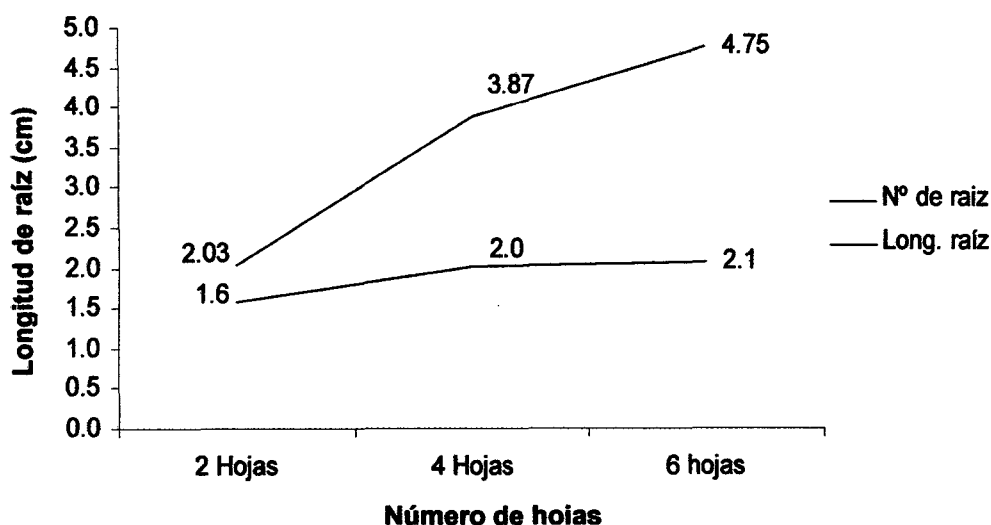


Figura 2. Variación del número y longitud de raíz en relación al número de hojas.

Además se observa que este incremento en longitud, presenta una relación inversa con el aumento del número de hojas. Es decir, cuando la estacilla aumenta de 2 a 4 hojas se obtiene un aumento en longitud de raíz de 2.03 cm a 3.87 cm respectivamente, lo cual es muy marcada esta diferencia en comparación con el incremento que se produce cuando se aumenta de 4 a 6 hojas (3.87 cm a 4.75 cm respectivamente), observándose en este último una reducción en el incremento. En este sentido es probable de que a partir de 3 pares de hojas en las estaquillas (6 hojas) un aumento de 2 pares de hojas a más no tenga significancia en la variable respuesta o bien podría incrementarse la mortalidad por el aumento del área de transpiración.

Por otro lado en cuanto a la curva de Nº de raíces (Figura 2), estos resultados no superan a los obtenidos por OLIVA (2007), quien reportó valores de 4.18 raíces por estacilla, probablemente se debió a que en nuestro ensayo se evaluaron todas las raíces en su conjunto, los cuales han mostrado un

amplio grado de dispersión (Cuadro 3) pudiendo afectar directamente al promedio.

Cabe aclarar que las estaquillas con 6 hojas fueron los que tuvieron una mayor longitud (15cm), mientras que las de 4 y 2 hojas tuvieron una longitud de 12 y 9 cm respectivamente; esto indudablemente influyo directamente en una adecuada reserva nutricional para la emisión radicular. Es probable que las estaquillas con 6 hojas tuvieron almacenadas una amplia provisión de materias alimenticias que fueron necesarios para nutrir a las raíces logrando alcanzar hasta un promedio de 4.75 cm de longitud. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por ROCHA (1998); pues recomienda esquejes entre 10 y 15 cm de longitud, rama terminal semimadura, sin floración y tres pares de hojas sanas a fin de obtener mejores resultados.

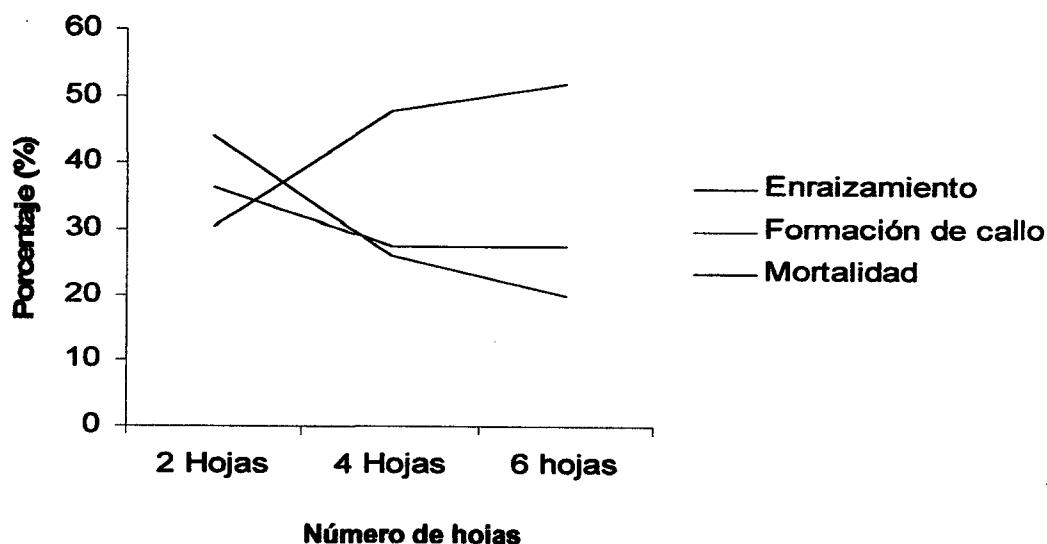


Figura 3. Variación de las variables de enraizamiento en relación al número de hojas.

De acuerdo con la variación de las variables de enraizamiento (Figura 3), se observa que cuando el número de hojas incrementa de 2 a 4

hojas/estaquilla, el % formación de callo disminuye, por lo que pudiera atribuirse al efecto de este factor (Nº de hojas). Pero cuando incrementamos de 4 a 6 hojas la curva del % de formación de callo presenta una tendencia constante, en este caso el efecto probablemente esta condicionada genéticamente.

Por otro lado en la grafica de la mortalidad (Figura 3), se observa que esta variable disminuye cuando se incrementa el área foliar, en contraste con el % de enraizamiento que tiene relación inversa. Esta disminución pone en evidencia la importancia de dejar un cierto Nº de hojas a fin de obtener la mayor sobrevivencia de estaquillas y por ende un mayor % de enraizamiento. Se observa que la mortalidad mas alta se dio cuando las estaquillas presentaron 2 hojas (44.198 %), como también aquí se dio el % más alto de formación de callo (36.296 %), y un bajo % de enraizamiento (30.616 %). Es probable que la energía utilizada por esta, solamente logran alcanzar hasta la formación de callo, no pudiendo continuar el proceso de desdiferenciación celular; es por ello que la mortalidad más alta se dio en estaquillas con menor área foliar. En este sentido las estaquillas que lograron formar callo y no lograron enraizar, continuaron con sus funciones metabólicas, pero probablemente la muerte se debió una vez que terminaron las reservas de sus tejidos.

Además, la reducción del área foliar ayuda en parte a solucionar el problema de la mortalidad por la perdida de agua por evapotraspiración, pero se debe tener en cuenta que la presencia de hojas estimula el desarrollo

radicular, por la síntesis de carbohidratos, a través del proceso de fotosíntesis (DELVIN, 1982); es por ello que los valores mas altos de enraizamiento se dieron en estaquillas con 4 y 6 hojas (Figura 3).

Cabe resaltar que en nuestro ensayo el % de enraizamiento no estuvo relacionado con la sobrevivencia de la estaquillas; ya que a los 90 días, casi todas las estaquillas con 4 y 6 hojas que formaron callo se mantuvieron vivas, como también existieron estaquillas precoces que enraizaron al poco tiempo y que la mortalidad probablemente se dió por el agotamiento de sus reservas o la falta de nutrientes en el propagador. Por ejemplo, en el Cuadro 3, se observa que de todas las estaquillas tratadas con 4 hoja solamente un 47.653 % lograron emitir raíces, 27.407 % formaron callo y un 25.926 % murieron, sumando un total de 81.02 %, lo cual no cubre el 100 % debido que han existido algunas estaquillas que no formaron callo pero que aun se mantenían vivas. Por el contrario sucedió en estaquillas con 2 hojas; que del total, el 30.616 % lograron emitir raíces, 36.296 % solamente formaron callo y un 44.198 % de estaquillas murieron, lo cual suman un total de 111.11 %, lo cual el 11.11 % corresponden a las estaquillas que murieron después que formaron callo y a las estaquillas que emitieron raíces y que murieron por el agotamiento de sus reservas.

4.2. Comportamiento del enraizamiento de estaquillas de *M. dubia* mediante la variabilidad fenotípica de la planta madre

Cuadro 4. Datos de las variables de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia* mediante la variabilidad de clones de plantas madres.

| Clon | Parámetros estadísticos | Enraizamiento (%) | Nº de Raíz | Longitud Raíz (cm) | Callo (%) | Mortalidad (%) |
|-------|-------------------------|-------------------|------------|--------------------|-----------|----------------|
| 43 | Promedio | 38.518 | 2.0 | 3.43 | 30.370 | 37.778 |
| | Desv. Estand. | 16.254 | 0.7 | 1.64 | 20.031 | 13.333 |
| | Max | 60.000 | 2.7 | 5.04 | 60.000 | 60.000 |
| | Min | 13.330 | 1.0 | 1.00 | 0.000 | 20.000 |
| 278 | Promedio | 34.814 | 1.7 | 3.14 | 38.519 | 34.815 |
| | Desv. Estand. | 17.568 | 0.5 | 1.53 | 16.254 | 17.249 |
| | Max | 53.330 | 2.4 | 5.36 | 53.333 | 66.667 |
| | Min | 6.670 | 1.0 | 0.80 | 0.000 | 13.333 |
| 253 | Promedio | 72.591 | 3.0 | 4.14 | 22.222 | 15.556 |
| | Desv. Estand. | 15.794 | 0.9 | 0.95 | 15.275 | 20.817 |
| | Max | 93.330 | 4.0 | 5.05 | 46.667 | 66.667 |
| | Min | 53.330 | 1.6 | 2.49 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | Promedio | 80.741 | 2.2 | 2.88 | 9.630 | 25.926 |
| | Desv. Estand. | 15.073 | 0.3 | 1.19 | 12.958 | 16.140 |
| | Max | 100.000 | 2.9 | 4.83 | 33.333 | 60.000 |
| | Min | 53.330 | 1.8 | 1.14 | 0.000 | 6.667 |
| 40 | Promedio | 20.740 | 1.5 | 2.56 | 46.667 | 31.111 |
| | Desv. Estand. | 8.460 | 0.4 | 0.71 | 18.856 | 25.604 |
| | Max | 33.330 | 2.0 | 3.39 | 86.667 | 93.333 |
| | Min | 6.670 | 1.0 | 1.20 | 13.333 | 13.333 |
| 81 | Promedio | 54.073 | 1.5 | 3.82 | 23.704 | 33.333 |
| | Desv. Estand. | 7.778 | 0.3 | 1.23 | 19.468 | 20.276 |
| | Max | 66.670 | 1.9 | 5.03 | 53.333 | 66.667 |
| | Min | 40.000 | 1.1 | 1.94 | 0.000 | 13.333 |
| 192 | Promedio | 11.110 | 1.3 | 10.06 | 56.296 | 33.333 |
| | Desv. Estand. | 8.819 | 0.2 | 2.51 | 12.958 | 27.889 |
| | Max | 20.000 | 1.5 | 14.03 | 80.000 | 86.667 |
| | Min | 0.000 | 1.0 | 8.05 | 40.000 | 0.000 |
| 261 | Promedio | 63.703 | 2.3 | 2.79 | 22.963 | 20.741 |
| | Desv. Estand. | 9.495 | 0.4 | 0.37 | 11.600 | 8.462 |
| | Max | 80.000 | 3.1 | 3.23 | 40.000 | 33.333 |
| | Min | 53.330 | 1.8 | 2.13 | 0.000 | 13.333 |
| 227 | Promedio | 14.074 | 1.3 | 1.70 | 23.704 | 37.778 |
| | Desv. Estand. | 11.278 | 0.2 | 0.33 | 25.410 | 12.910 |
| | Max | 26.670 | 1.5 | 2.12 | 53.333 | 60.000 |
| | Min | 0.000 | 1.0 | 1.27 | 0.000 | 20.000 |
| total | Promedio | 43.374 | 1.9 | 3.67 | 30.453 | 30.041 |
| | Desv. Estand. | 27.246 | 0.7 | 2.34 | 21.446 | 19.469 |
| | Max | 100.000 | 4.0 | 14.03 | 86.667 | 93.333 |
| | Min | 0.000 | 1.0 | 0.80 | 0.000 | 0.000 |

De los resultados mostrados en el Cuadro 4, se desprende que la especie *M. dubia*, presenta una alta variabilidad en las respuestas de enraizamiento; ya que se observa una marcada influencia de la planta madre en el proceso de rizogénesis de las estaquillas. Se han encontrado clones que han alcanzado porcentajes de enraizamiento altos con 80.741 % (Clon 2), sin la aplicación de tratamientos hormonales. Otro buen resultado se encontró con el clon 253, que presentó un 72.591 % de enraizamiento. Esto concuerda los reportes presentados por OLIVA (2007), quien logró obtener a los 90 días un 73.33 % de enraizamiento con el tratamiento testigo. Esta concordancia, probablemente se debió a la similitud del material génico en cuanto a su capacidad de enraizamiento. Así mismo se observa clones que presentaron bajos niveles de enraizamiento como es el caso del clon 192, que solamente alcanzó un promedio de 11.11 %. En general los bajos porcentajes de enraizamiento de los clones de *M. dubia* probablemente están dados por la escasa producción de auxinas endógenas, capaces de provocar la iniciación y diferenciación celular de las raíces, por lo que se hace necesaria en este caso, la evaluación de elementos que incidan el enraizamiento.

Es común que diversos clones de algunas especies presentan grandes diferencias en la capacidad de enraizamiento; por ejemplo en *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, se ha observado que con algunos clones se puede llegar a obtener sobre un 80 % de enraizamiento, mientras que con otros no se consigue la inducción de raíces (ROJAS *et al.*, 1997). Para nuestro experimento la capacidad de enraizamiento de *M. dubia* se vio afectado por el

factor clon, ya que los otros factores como el sustrato, área foliar, humedad, temperatura, y entre otros; fueron constantes para todos los clones en estudio.

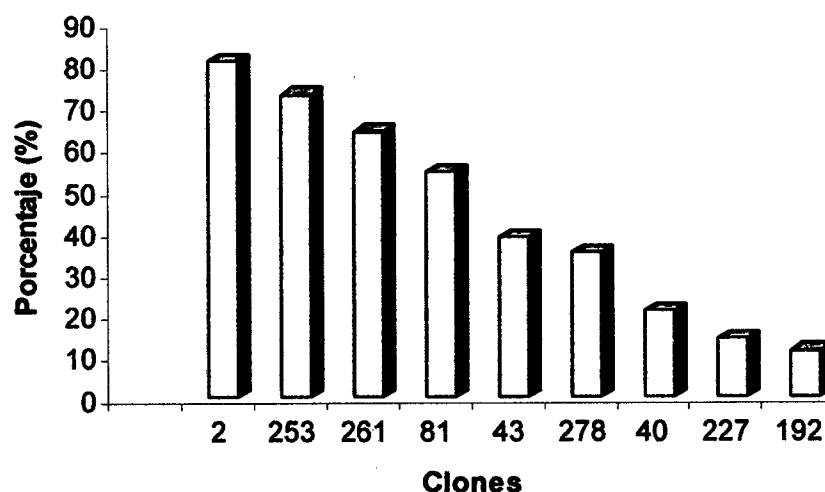


Figura 4. Variación del % de enraizamiento mediante la variación de clones en estaquillas de *M. dubia*.

El porcentaje de enraizamiento de las estaquillas de *M. dubia* mediante la variabilidad fenotípica de la planta madre donante (Figura 4), presenta un alto grado de dispersión, que oscilan entre 80.741 % y 11.11 %. Sin embargo, a un nivel comercial un enraizamiento por debajo del 70 %, no se considera adecuado para ninguna especie (LEAKEY, 1987). Por lo que para los clones 261, 81, 43, 278, 40, 227 y 192, que si bien es cierto fenotípicamente presentan características superiores en cuanto al contenido de AA y Rendimiento (Cuadro 2); es necesario acudir a sustancias que estimulen el enraizamiento (auxinas), a fin de incrementar el % de enraizamiento.

Por ello si se quiere trabajar con materiales selectos dentro de un programa de mejoramiento genético de *M. dubia*, es necesario determinar

dosis de Hormonas para cada clon, a fin de obtener mejoras en el resultado. Es probable que los clones con bajos porcentaje de enraizamiento de 14.074 % y 11.11 % (Clon 227 y 192 respectivamente), requieran una aplicación mayor de dosis de hormonas que con el clon 261 (63.703 %), para la obtención de altos porcentajes de enraizamiento; o bien no lo requieren; ya existen clones que no necesitan dosis de hormonas o tratamientos extras (Clon 2 y 253) para tener eficacia en el enraizamiento, debido a que estas estaquillas tienen la cantidad de auxinas necesarias para promover la emisión de raíces de manera eficiente y que la aplicación de este producto probablemente podrían provocar toxicidad. ROJAS *et al.* (2004), menciona que la regulación hormonal de las estaquillas depende del genotipo, del ambiente (estímulos físicos) y la respuesta se vera afectada por la concentración y proporción de cada una de estas hormonas.

En este sentido, durante los estudios realizados en cuanto a la propagación vegetativa de *M. dubia*, con el afán de encontrar la dosis correcta en la aplicación de hormonas, la causa de la variabilidad de los resultados obtenidos por los diferentes autores durante los ensayos de enraizamiento, probablemente se debió a que no se tomaron en cuenta el criterio de selección fenotípica del material genético ya que las respuestas a ciertas dosis de hormonas es muy variable, debido al efecto de la planta madre donante por los factores antes mencionados; y que una dosis optima encontrada no se puede generalizar para todos los clones debido a la alta variabilidad genética existente en la especie.

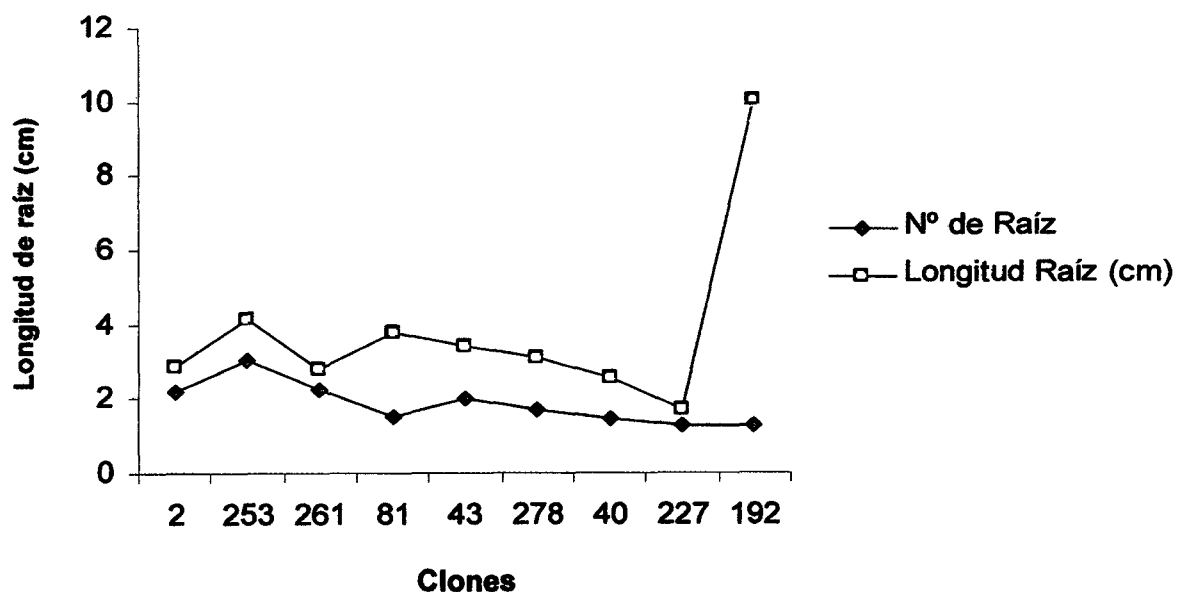


Figura 5. Comportamiento del número y longitud de raíz mediante la variación de clones en estaquillas de *M. dubia*.

Además, la variabilidad fenotípica de las estaquillas no solo influyó en la gran diferencia de las tasas de enraizamiento observado, sino también en lo que se refiere a la calidad de raíces (Nº y Longitud) como se muestra en la Figura 5. Por ejemplo, el clon 192, quien presenta la más baja capacidad de enraizamiento, presenta una alta capacidad de emitir raíces mas largas, en el mismo periodo de tiempo; pero en cuanto a número de raíces por estaquilla es menor. Esto se explica a que existen clones que son muy precoces en cuanto a la emisión radical y que no necesitan de esperar los 90 días para obtener una longitud óptima que garantice la sobrevivencia. Lo cual identificar y determinar el periodo de enraizamiento para cada clon selecto, se estaría evitando los gastos innecesarios que se emplearían en el manejo y mantenimiento en las cámaras de propagación, además de correr riesgos de mortalidad por el agotamiento temprano de sus reservas.

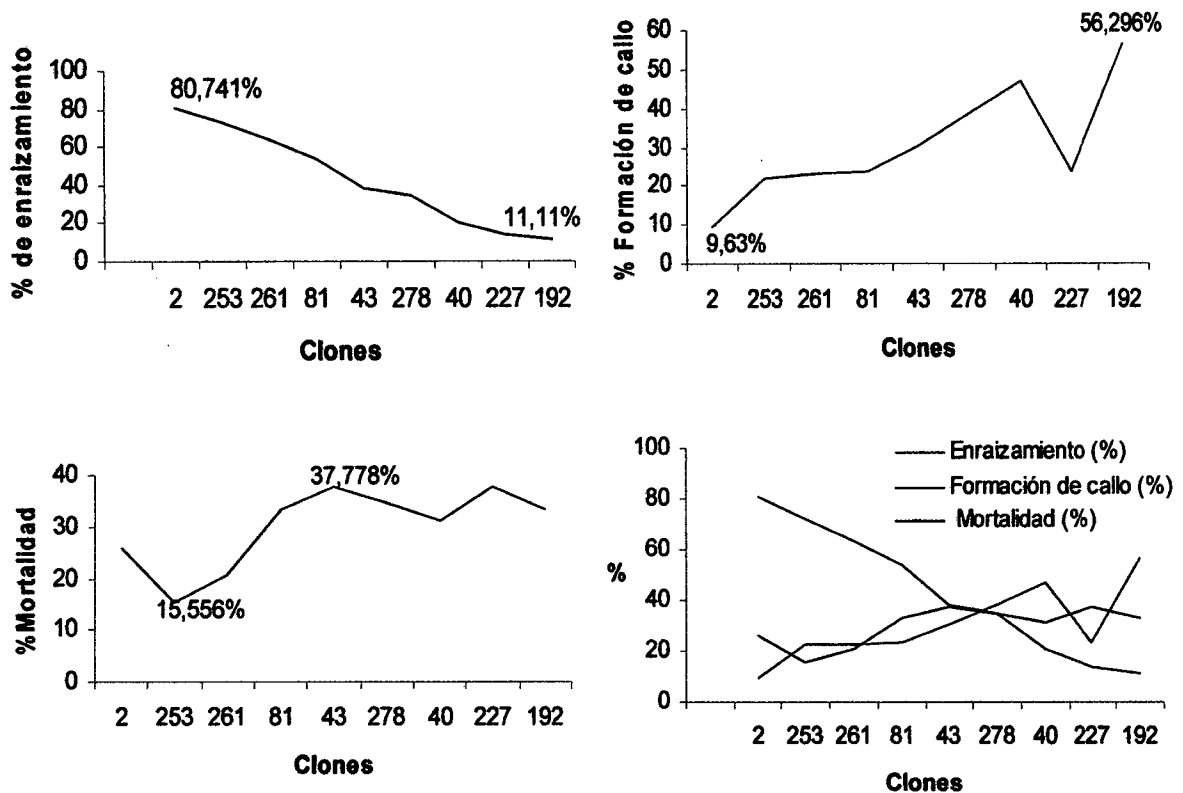


Figura 6. Comportamiento de las variables de enraizamiento mediante la variación de clones en estaquillas de *M. dubia*.

En algunos clones (figura 6), se observa que la formación de callo fue superior a la tasa de enraizamiento (clon, 40, 227 y 192) o viceversa (Clon 2, 253, 261 y 81); lo que reafirma que este proceso y el de rizogénesis son independientes. Es por ello que la aparición de las primeras raíces a través de callo, llevan a suponer que la formación de callo es esencial para el enraizado (KRAMM, 1987). En el caso del clon 192 que solamente alcanzo 11.11 % de enraizamiento, pero que presenta alta capacidad de formación de callo con 56.296 %, se pudiera incrementar significativamente el % de enraizamiento mediante la inducción hormonal.

Una vez más queda demostrado que la especie *M. dubia*, presenta una amplia variabilidad genética, tal como lo manifiesta OLIVA y VARGAS (2003). Esta variabilidad se refleja en el amplio grado de dispersión en las respuestas de enraizamiento (Factor genético), tal como se muestra en el (Cuadro 4), donde la Desviación Estándar, es un indicador de que existe un alto grado de dispersión en las respuestas de enraizamiento entre clones (para todas las variables evaluadas), encontrándose desde un mínimo de 0 % hasta un máximo de 100 % de enraizamiento, lo que permite obtener altos valores de desviación estándar. Por otro lado si se analiza de manera individual para cada clon, el grado de dispersión de las variables disminuye, correspondiendo netamente a las mezcla de áreas foliares (2, 4 y 6 hojas por estaquilla), y a la variación dentro de una misma planta.

Es este sentido los programas de mejoramiento genético deben estar dirigido en seleccionar e identificar los ecotípos de *M. dubia*, con alta capacidad rizogénica, complementando con el estudio de sus caracteres morfológicos o expresiones fenotípicas.

Son varios los factores que condicionaron el éxito en el proceso de enraizamiento de *M. dubia*, siendo la edad de la planta (19 años) o más concretamente el grado de madurez, el factor limitante durante la propagación vegetativa (Durzan, 1984; citado por ABEDINI, 2005). En propagación vegetativa convencional, la pérdida o disminución de la capacidad de enraizamiento, está íntimamente relacionada con la adquisición del estado adulto (HARTMANN y KESTER, 1998). Esta relación inversa entre

envejecimiento y facilidad de enraizamiento, es la principal dificultad encontrada en la propagación de árboles adultos (BROW y SOMNER, 1982; citado por ABEDINI, 2005); ya que la facilidad para formar raíces disminuye con la edad del material a ser utilizado para propagar (HARTMANN y HANSEN, 1997). Esta pérdida de la capacidad rizogénica podría deberse a la presencia de inhibidores del enraizamiento. Esto supone un gran obstáculo para la propagación masiva de fenotipos seleccionados, puesto que las características deseables normalmente no se expresan hasta que la planta ha alcanzado su madurez (HARTMANN y KESTER, 1998). Además hay que considerar que la aptitud para formar nuevos individuos, depende en gran medida del genotipo, de la edad de la planta, la región de la planta de donde se recolecta el material para propagar y de las variaciones estacionales, entre otros factores (FRANCLET *et al.*, 1987 y LO, 1997; citado por ABEDINI, 2005). En nuestro ensayo la cosecha del material vegetativo se realizó en el mes de noviembre, de plantas con las características mencionadas en el capítulo anterior, y se realizó, en la época lunar de luna llena, esto datos probablemente servirán para investigaciones futuras a manera de comparación de resultados.

4.3. Efecto del incremento del número de hojas y la variación de clones en las variables de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia*

Cuadro 5. Análisis de varianza para el enraizamiento (%) de estaquillas de *M. dubia* por el efecto de los clones y número de hojas.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | G. L. | Cuadrados Medios | F | Significancia | |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|---------------|----|
| Bloque | 53,816 | 2 | 26,908 | 0,529 | 0,592 | NS |
| Clon | 47576,471 | 8 | 5947,059 | 117,020 | 0,000 | ** |
| Nº de hojas | 6829,703 | 2 | 3414,851 | 67,194 | 0,000 | ** |
| Clon * Nº de hojas | 2286,811 | 16 | 142,926 | 2,812 | 0,003 | ** |
| Error | 2642,688 | 52 | 50,821 | | | |
| Total | 59389,489 | 80 | | | | |

NS: No existe diferencias significativas a un nivel de confianza de $\alpha=0.05$.

* : Existe diferencias significativas a un nivel de confianza de $\alpha=0.05$.

** : Existe diferencias significativas a un nivel de confianza de $\alpha=0.01$.

En el análisis de varianza (Cuadro 5), para la variable % de enraizamiento, se observa la existencia de diferencias significativas entre Clones, Número de hojas y la interacción entre los factores Clones por Número de hojas, con un nivel de confianza superiores al 95 %. Esto pone en evidencia el efecto de la alta variabilidad existente en *M. dubia* y la importancia del área foliar en el enraizamiento de las estaquillas.

Cuadro 6. Prueba de Tukey para el enraizamiento (%) por el efecto de los clones.

| Clon | Promedio (%) | Significación ($\alpha = 0,05$) | | | | |
|------|--------------|-----------------------------------|---|---|---|---|
| 2 | 80,741 | a | | | | |
| 253 | 72,591 | a | b | | | |
| 261 | 63,703 | | b | c | | |
| 81 | 54,073 | | | c | | |
| 43 | 38,518 | | | | d | |
| 278 | 34,814 | | | | d | |
| 40 | 20,74 | | | | | e |
| 227 | 14,074 | | | | | e |
| 192 | 11,11 | | | | | e |

Clones unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Existe una amplia diferencia en el enraizamiento entre un Clon a otro, a pesar que son de la misma especie. Es probable entonces que la capacidad de enraizamiento en la especie *M. dubia*, este condicionada genotípicamente. Esto es de suma importancia para los futuros trabajos de clonación, donde hay que tener en cuenta el Ecotipo (ortet) viable a ser propagado cuando se quiere usar esta metodología.

En el (Cuadro 6), se observa que el mayor N° de estaquillas enraizadas se obtuvo con el Clon 2 con un 80.741 % de enraizamiento, lo cual se comportó estadísticamente igual al Clon 253, que alcanzó un 72.591 %, pero que fue significativamente superior a los demás Clones. Los clones 40, 227, y 192, con 20.74 %, 14.074 % Y 11.11 % respectivamente, obtuvieron menores número de estaquillas enraizadas, ocupando el nivel más bajo en cuanto a la capacidad de enraizamiento pero que estadísticamente los efectos se comportan iguales.

Cuadro 7. Prueba de Tukey para el enraizamiento (%) por el efecto del número de hojas.

| N° Hojas | Promedio (%) | Significación ($\alpha = 0,05$) |
|----------|--------------|-----------------------------------|
| Hojas 6 | 51,852 | a |
| Hojas 4 | 47,653 | a |
| Hojas 2 | 30,616 | b |

N° Hojas unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

En el (Cuadro 7), según la prueba Tukey ($\alpha=0.05$), los mejores resultados se encontraron en estaquillas con 6 y 4 hojas, con 51.9 % y 47.6 % respectivamente, comportándose estadísticamente iguales, pero

significativamente superior que las estaquillas con 2 hojas, quien solamente alcanzo un 30.616 % de enraizamiento.

Cuadro 8. Prueba de Tukey para el enraizamiento (%) por el efecto de la interacción (tratamientos) de los factores: Clon * N° de hojas.

| Tratamiento | Promedio (%) | Significación ($\alpha = 0,05$) | | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| A4B3 | 91.113 | a | | | | | | | |
| A3B3 | 88.890 | a | | | | | | | |
| A4B2 | 86.667 | a | b | | | | | | |
| A3B2 | 75.553 | a | b | c | | | | | |
| A8B3 | 68.890 | a | b | c | d | | | | |
| A8B2 | 64.443 | | b | c | d | e | | | |
| A4B1 | 64.443 | | b | c | d | e | | | |
| A6B2 | 60.000 | | | c | d | e | | | |
| A8B1 | 57.777 | | | c | d | e | | | |
| A6B1 | 53.330 | | | c | d | e | | | |
| A3B1 | 53.330 | | | c | d | e | | | |
| A1B3 | 51.110 | | | | d | e | f | | |
| A6B3 | 48.890 | | | | d | e | f | | |
| A2B3 | 46.667 | | | | d | e | f | g | |
| A2B2 | 44.443 | | | | | e | f | g | |
| A1B2 | 44.443 | | | | | e | f | g | |
| A5B3 | 28.887 | | | | | | f | g | h |
| A9B3 | 24.447 | | | | | | | g | h |
| A5B2 | 20.000 | | | | | | | | h |
| A1B1 | 20.000 | | | | | | | | h |
| A9B2 | 17.777 | | | | | | | | h |
| A7B3 | 17.777 | | | | | | | | h |
| A7B2 | 15.553 | | | | | | | | h |
| A5B1 | 13.333 | | | | | | | | h |
| A2B1 | 13.333 | | | | | | | | h |
| A9B1 | .000 | | | | | | | | h |
| A7B1 | .000 | | | | | | | | h |

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Donde:

Factor A

A1: Clon N° 43
A2: Clon N° 278
A3: Clon N° 253
A4: Clon N° 2
A5: Clon N° 40

Factor B

B1: 2 hojas
B2: 4 hojas
B3: 6 hojas

El efecto de la interacción de los factores en el enraizamiento, se refleja en el (Cuadro 8), donde los mejores resultados se encontraron con los tratamientos A4B3 y A3B3, correspondientes a las estaquillas del clon 2 y 253

tratadas con 6 hojas, reportando un 91.113 % y 88.89 % respectivamente. Así mismo también dichos clones (2 y 253) resultaron ser mejores cuando se trató con 4 hojas, con 86.667 % y 75.553 % los cuales corresponden a los tratamientos A4B2 y A3B2 respectivamente. Finalmente con el tratamiento A8B3, correspondiente a la estaquilla del Clon 261 tratadas con 6 hojas reportaron un 68.89 % de enraizamiento. Todos los tratamientos antes mencionados estadísticamente presentan los mismos efectos, a excepción de los tratamientos A4B3 y A3B3, que son significativamente superiores a los demás tratamientos o combinaciones. El clon 261, resultó ser mejor con 6, 4 y 2 hojas (A8B3, A8B2 y A8B1) con 68.89 %, 64.443 % y 57.777 % respectivamente, no existiendo diferencia estadística significativa entre ellos. Las combinaciones A9B1 y A7B1, correspondiente a los clones 227 y 192 tratadas con 2 hojas, resultaron ser el peor tratamiento con 0 % de enraizamiento.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el N° de raíz de estaquillas de *M. dubia* por el efecto de los clones y número de hojas.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | G. L. | Cuadrados Medios | F | Significancia | |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|---------------|----|
| Bloque | 0,181 | 2 | 0,090 | 0,865 | 0,429 | NS |
| Clon | 16,335 | 6 | 2,723 | 26,071 | 0,000 | ** |
| N° de hoja | 6,300 | 2 | 3,150 | 30,166 | 0,000 | ** |
| Clon * N° de hoja | 5,337 | 12 | 0,445 | 4,259 | 0,000 | ** |
| Error | 4,177 | 40 | 0,104 | | | |
| Total | 32,330 | 62 | | | | |

En el análisis de varianza (Cuadro 9), para la variable N° de Raíz, se observa la existencia de diferencias significativas entre Clones, Número de

hojas y la interacción entre los factores Clones por Número de hojas, con un nivel de confianza superiores al 95 %.

Cuadro 10. Prueba de Tukey para el N° de raíces por el efecto de los clones.

| Clon | Promedio | Significación ($\alpha = 0,05$) | | |
|------|----------|-----------------------------------|---|-----|
| 253 | 3,0 | a | | |
| 261 | 2,3 | | b | |
| 2 | 2,2 | | b | |
| 43 | 2,0 | | b | c |
| 278 | 1,7 | | | c d |
| 81 | 1,5 | | | c d |
| 40 | 1,5 | | | d |

Clones unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

En el (Cuadro 10), se observa la influencia de la variación fenotípica de las estaquillas en el N° de de raíces, donde la mayor cantidad de raíces por estaquilla se obtuvo en el Clon 253 con un promedio de 3 raíces, siendo significativamente mejor que los demás clones en estudio. El clon 278, 81 y 40 fueron los que obtuvieron el menor N° de raíces / estaquilla, comportándose estadísticamente iguales con un promedio de 1.7, 1.5 y 1.5 respectivamente.

Cuadro 11. Prueba de Tukey para el N° de Raíces por el efecto del número de hojas.

| N° Hojas | Promedio | Significación ($\alpha = 0,05$) | |
|----------|----------|-----------------------------------|---|
| Hojas 6 | 2,3 | a | |
| Hojas 4 | 2,2 | a | |
| Hojas 2 | 1,6 | | b |

N° Hojas unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

El efecto del área foliar en la producción en número de raíces por estaquilla se reflejan en el (Cuadro 11), donde los mejores resultados se obtuvieron con 6 y 4 hojas que alcanzaron el mayor promedio con 2.3 y 2.2

raíces respectivamente, significativamente superior que las estaquillas tratadas con la menor área foliar (2 hojas), quien solamente alcanzó un promedio de 1.6 raíces/ estaquilla.

Cuadro 12. Prueba de Tukey para el N° de raíz por el efecto de la interacción (tratamientos) de los factores: Clon x N° de hojas.

| Tratamiento | Promedio | Significación ($\alpha = 0,05$) | | | | | | | | |
|-------------|----------|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A3B3 | 3,949 | a | | | | | | | | |
| A3B2 | 3,238 | a | b | | | | | | | |
| A1B2 | 2,551 | | b | c | | | | | | |
| A8B1 | 2,392 | | b | c | d | | | | | |
| A4B2 | 2,367 | | b | c | d | | | | | |
| A4B3 | 2,263 | | | c | d | e | | | | |
| A1B3 | 2,250 | | | c | d | e | f | | | |
| A8B3 | 2,248 | | | c | d | e | f | | | |
| A8B2 | 2,211 | | | c | d | e | f | g | | |
| A2B2 | 2,038 | | | c | d | e | f | g | h | |
| A4B1 | 1,967 | | | c | d | e | f | g | h | i |
| A3B1 | 1,958 | | | c | d | e | f | g | h | i |
| A5B3 | 1,822 | | | c | d | e | f | g | h | i |
| A2B3 | 1,718 | | | c | d | e | f | g | h | i |
| A6B3 | 1,717 | | | c | d | e | f | g | h | i |
| A6B2 | 1,631 | | | c | d | e | f | g | h | i |
| A5B2 | 1,555 | | | | d | e | f | g | h | i |
| A2B1 | 1,333 | | | | | e | f | g | h | i |
| A9B3 | 1,278 | | | | | | f | g | h | i |
| A9B2 | 1,278 | | | | | | f | g | h | i |
| A7B3 | 1,278 | | | | | | f | g | h | i |
| A7B2 | 1,278 | | | | | | f | g | h | i |
| A6B1 | 1,250 | | | | | | | g | h | i |
| A1B1 | 1,194 | | | | | | | | h | i |
| A5B1 | 1,000 | | | | | | | | | i |

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Donde:

Factor A

A1: Clon N° 43
 A2: Clon N° 278
 A3: Clon N° 253
 A4: Clon N° 2
 A5: Clon N° 40
 A6: Clon N° 81
 A7: Clon N° 192
 A8: Clon N° 261
 A9: Clon N° 227

Factor B

B1: 2 hojas
 B2: 4 hojas
 B3: 6 hojas

En el (Cuadro 12), en cuanto a la interacción de los factores se observa que el mejor tratamiento resultó en la combinación A3B3 y A3B2, con un promedio de 3.9 y 3.2 raíces/estaquilla, correspondiente al clon 253, cuando se trató con 6 y 4 hojas respectivamente, los mismos que estadísticamente no difieren entre si, pero estadísticamente son superiores a las demás combinaciones.

Por otro lado existe diferencia estadística significativa entre las combinaciones A3B3 y A5B1, correspondiente al Clon 253 con 6 hojas y 40 con 2 hojas respectivamente, siendo A3B3 significativamente superior en N° de raíces (3.949) que A5B1 que solamente reportó un promedio de 1 raíz/estaquilla, por lo que se considera como el peor tratamiento en cuanto a esta variable.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la longitud de raíz (cm) de estaquillas de *M. dubia* por el efecto de los clones y número de hojas.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | G. L. | Cuadrados Medios | F | Significancia |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|---------|---------------|
| Bloque | 0,514 | 2 | 0,257 | 1,100 | 0,343 NS |
| Clon | 17,910 | 6 | 2,985 | 12,771 | 0,000 ** |
| N° de hojas | 50,288 | 2 | 25,144 | 107,572 | 0,000 ** |
| Clon * N° de hojas | 15,873 | 12 | 1,323 | 5,659 | 0,000 ** |
| Error | 9,350 | 40 | 0,234 | | |
| Total | 93,935 | 62 | | | |

Con relación a la Longitud de Raíz, en el análisis de varianza (Cuadro 13), se observa la existencia de diferencias significativas entre Clones, Número de hojas y la interacción entre los factores Clones por Número de hojas, con un nivel de confianza superiores al 95 %.

Cuadro 14. Prueba de Tukey para la longitud de raíz (cm) por el efecto de los Clones.

| Clon | Promedio (cm) | Significación ($\alpha = 0,05$) | | | |
|------|---------------|-----------------------------------|---|---|---|
| 253 | 4,14 | a | | | |
| 81 | 3,82 | a | b | | |
| 43 | 3,43 | | b | c | |
| 278 | 3,14 | | b | c | d |
| 2 | 2,88 | | | c | d |
| 261 | 2,79 | | | c | d |
| 40 | 2,56 | | | | d |

Clones unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Según La Prueba Tukey (Cuadro 14), la mayor Longitud de raíces se obtuvo con el Clon 253 (4.14 cm) que se comportó estadísticamente igual que el Clon 81 (3.82 cm), pero que fue significativamente superior a los demás Clones. El menor promedio en cuanto a esta variable presentaron los Clones 278, 2, 261 y 40 con 3.14, 2.88, 2.79 y 2.56 cm respectivamente, lo cual estadísticamente presentan el mismo efecto.

Cuadro 15. Prueba de Tukey para la longitud de raíz (cm) por el efecto del número de hojas.

| Nº Hojas | Promedio (cm) | Significación ($\alpha = 0,05$) | | |
|----------|---------------|-----------------------------------|---|---|
| Hojas 6 | 4,14 | a | | |
| Hojas 4 | 3,59 | | b | |
| Hojas 2 | 2,03 | | | c |

Nº Hojas unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

El efecto del área foliar en la Longitud de raíces se reflejan en el Cuadro 15, donde el mejor promedio se obtuvo en estaquillas con 6 hojas con 4.14cm, que fue significativamente superior que las estaquillas con 4 hojas (3.59 cm) y 2 hojas (2.03 cm).

Cuadro 16. Prueba de Tukey para la longitud de raíz por el efecto de la interacción (tratamientos) de los factores: Clon * N° de hojas.

| Tratamiento | Promedio | Significación ($\alpha = 0,05$) | | | | | | |
|--------------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|
| A7B3 | 11,90 | a | | | | | | |
| A7B2 | 8,22 | b | | | | | | |
| A6B3 | 4,91 | | c | | | | | |
| A3B3 | 4,80 | | c | d | | | | |
| A1B2 | 4,65 | | c | d | e | | | |
| A2B3 | 4,63 | | c | d | e | | | |
| A3B2 | 4,54 | | c | d | e | | | |
| A6B2 | 4,32 | | c | d | e | | | |
| A1B3 | 4,31 | | c | d | e | | | |
| A4B3 | 4,12 | | c | d | e | f | | |
| A2B2 | 3,47 | | c | d | e | f | g | |
| A5B3 | 3,19 | | c | d | e | f | g | h |
| A3B1 | 3,09 | | c | d | e | f | g | h |
| A8B3 | 3,02 | | c | d | e | f | g | h |
| A4B2 | 2,89 | | c | d | e | f | g | h |
| A8B1 | 2,75 | | | d | e | f | g | h |
| A5B2 | 2,64 | | | | e | f | g | h |
| A8B2 | 2,61 | | | | e | f | g | h |
| A6B1 | 2,24 | | | | | f | g | h |
| A9B3 | 1,90 | | | | | | g | h |
| A5B1 | 1,86 | | | | | | g | h |
| A4B1 | 1,63 | | | | | | g | h |
| A9B2 | 1,50 | | | | | | g | h |
| A1B1 | 1,34 | | | | | | | h |
| A2B1 | 1,31 | | | | | | | h |

Donde:

Factor A

A1: Clon N° 43
 A2: Clon N° 278
 A3: Clon N° 253
 A4: Clon N° 2
 A5: Clon N° 40
 A6: Clon N° 81
 A7: Clon N° 192
 A8: Clon N° 261
 A9: Clon N° 227

Factor B

B1: 2 hojas
 B2: 4 hojas
 B3: 6 hojas

En el (Cuadro 16), se observa que los mejores tratamientos para la longitud de raíces, se obtuvo en las combinaciones A7B3 y A7B2 correspondientes al clon 192 cuando presento 6 y 4 hojas, reportando 11.9 y 8.22 cm respectivamente, existiendo estadísticamente diferencias significativas

entre si, es decir que las estaquillas con 6 hojas del Clon 192 (11.9) es significativamente superior en longitud de raíz en comparación cuando solamente presenta 4 hojas (8.22).

Los tratamientos o combinaciones A5B3, A3B1, A8B3, A4B2, A8B1, A5B2, A8B2, A6B1, A9B3, A5B1, A4B1, A9B2, A1B1 Y A2B1, estadísticamente presentan los mismos efectos en cuanto a la longitud de raíz, siendo A1B1 y A2B1 correspondiente al Clon 43 y 278 tratadas con 2 hojas el peor tratamiento, que solamente alcanzo 1.34 y 1.31 cm respectivamente

Cuadro 17. Análisis de varianza para la formación de callo (%) en estaquillas de *M. dubia* por el efecto de los clones y número de hojas.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | G. L. | Cuadrados Medios | F | Significancia | |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|-------|---------------|----|
| Bloque | 2075,173 | 2 | 1037,587 | 3,709 | 0,031 | * |
| Clon | 14799,458 | 8 | 1849,932 | 6,613 | 0,000 | ** |
| Nº de hojas | 1383,814 | 2 | 691,907 | 2,473 | 0,094 | NS |
| Clon * Nº de hojas | 3989,027 | 16 | 249,314 | 0,891 | 0,582 | NS |
| Error | 14547,038 | 52 | 279,751 | | | |
| Total | 36794,511 | 80 | | | | |

NS: No existe diferencias significativas a un nivel de confianza de $\alpha=0.05$.

* : Existe diferencias significativas a un nivel de confianza de $\alpha=0.05$.

** : Existe diferencias significativas a un nivel de confianza de $\alpha=0.01$.

En el (Cuadro 17), con relación al % de Formación de callo, en el análisis de varianza se observa la existencia de diferencias significativas entre Bloques y Clones, No existiendo significancia de los efectos en el Número de hojas y la interacción entre ambos factores.

Cuadro 18. Prueba de Tukey para la formación de callo (%) por el efecto del bloque.

| Repetición | Promedio (%) | Significación ($\alpha = 0,05$) | |
|------------|--------------|-----------------------------------|---|
| Bloque I | 37,284 | a | |
| Bloque II | 28,889 | a | b |
| Bloque III | 25,185 | | b |

Bloques unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Según la Prueba tukey ($\alpha=0.05$), del Cuadro 18, el mayor numero de estaquillas que formaron callo se encontró en el bloque I, con un promedio de 37.284 %, siendo estadísticamente superior a los demás, pero significativamente igual que el Bloque II con 28.889 %. En el Bloque III, se encontró la taza más baja en cuanto a esta variable (25.185 %). Esta significancia entre Bloques probablemente se debió a la falta de una distribución uniforme de la humedad interna del propagador, debido a una ligera inclinación que tubo la cámara de propagación ($P = 1 \%$), lo cual no se pudo controlar una vez instalado el experimento. Probablemente este desperfecto ha permitido la formación de gradientes de humedad en toda la distribución del propagador, desde un lugar de mayor concentración (Bloque III) hasta un lugar de menor concentración (Bloque I), registrándose la mayor caída de hojas en el Bloque I, seguidamente el Bloque II, y finalmente en el Bloque III ocurrió, pero en menor cantidad. Este fenómeno ha provocado a que se interrumpa la rizogénesis en las estaquillas, debido a la perdida mediante las hojas de asimilados, auxinas y otras sustancias indispensables para el enraizamiento (VAN y OVERBEEK, 1969 y MESÉN, 1998). Ya que se ha demostrado que la división de las primeras células iniciadoras de la raíz depende de la auxina (HARTMANN y KESTER, 1998), probablemente este

fenómeno ha interrumpido el proceso de diferenciación celular, por lo que la gran mayoría de estaquillas se quedaron en callo, tal como se reporta en el Bloque I.

Además se ha observado que la caída de hojas en las estaquillas ha permitido la emisión nuevos brotes de manera temprana (antes de iniciar la rizogénesis), lo que es probable que distrajo el proceso de desdiferenciación celular para la emisión radical. En este caso, cuando existe la brotación sin producirse la emisión radical, pudiera estar dado por un desequilibrio hormonal entre auxinas y citoquininas de forma natural, o el efecto de otros factores como las altas temperaturas, y el estado nutricional de la estaca (Acosta *et al.*, 2000; citado por ABEDINI, 2005). Además un balance entre Auxinas-citoquininas, favorable para las primeras, mantiene en periodo de dormancia a las yemas laterales (FANEGO, 2006). En nuestro experimento la caída de hojas de las estaquillas probablemente redujo la producción de auxinas y se estimuló la brotación al favorecer el equilibrio a las citoquininas.

Cuadro 19. Prueba de Tukey para la formación de callo (%) por el efecto de los clones.

| Clon | Promedio (%) | Significación ($\alpha = 0,05$) | |
|------|--------------|-----------------------------------|-----|
| 192 | 56.296 | a | |
| 40 | 46.667 | a | b |
| 278 | 38.519 | a | b |
| 43 | 30.370 | | b c |
| 227 | 23.704 | | b c |
| 81 | 23.704 | | b c |
| 261 | 22.963 | | b c |
| 253 | 22.222 | | b c |
| 2 | 9.630 | | c |

Clones unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

El efecto del Factor Clon, en la capacidad de formar callo, se muestra en el (Cuadro 19), Se observa que los clones 192, 40, 278 con 56.256 %, 46.667 % y 38.519 % respectivamente, quienes estadísticamente presentan efectos iguales, reportaron el mayor porcentaje de estacas con callo, Siendo el primero significativamente superior a los demás clones en estudio.

Cuadro 20. Análisis de varianza para la mortalidad (%) de estaquillas de *M. dubia* por el efecto de los clones y número de hojas.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | G. L. | Cuadrados Medios | F | Significancia |
|---------------------|-------------------|-------|------------------|--------|---------------|
| Bloque | 5742,661 | 2 | 2871,331 | 14,684 | 0,000 ** |
| Clon | 4307,270 | 8 | 538,409 | 2,753 | 0,013 ** |
| Nº de hojas | 8590,398 | 2 | 4295,199 | 21,965 | 0,000 ** |
| Clon * Nº de hojas | 1513,306 | 16 | 94,582 | 0,484 | 0,944 NS |
| Error | 10168,450 | 52 | 195,547 | | |
| Total | 30322,085 | 80 | | | |

En el análisis de varianza (Cuadro 20), para la variable Mortalidad (%), se observa la existencia de diferencias significativas entre Bloques, Clones y Número de hojas, no existiendo significancia para los tratamientos.

Cuadro 21. Prueba de Tukey para la mortalidad (%) por el efecto del bloque.

| Repetición | Promedio (%) | Significación ($\alpha = 0,05$) |
|------------|--------------|-----------------------------------|
| Bloque I | 41,728 | a |
| Bloque III | 26,173 | b |
| Bloque II | 22,222 | b |

Bloques unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Según la Prueba Tukey ($\alpha=0.05$), del (Cuadro 21), el mayor número de estaquillas muertas se registró en el bloque I, con 41.728 % siendo estadísticamente superior a los demás. Cabe recordar, que la alta tasa de

mortalidad ocurrida en el Bloque I, se debió a la caída masiva de hojas que en este caso fue mayor (por las razones explicadas para el cuadro 17) y la emisión de nuevos brotes que aceleró el agotamiento de sus reservas. VÁZQUEZ y TORRES (1982) mencionan que una humedad adecuada en el propagador constituye un factor imprescindible para mantener la turgencia de las células, así como la humedad relativa. Esto permite mantener las yemas y área foliar en condiciones favorables para producir sustancias de reserva, así como auxinas encargadas de la formación de raíces. En general los bajos valores de humedad está dado por los bajos aporte de agua para regular la temperatura ambiente y humedad relativa lo que incrementa la transpiración, que es la causa del cierre estomático al producir la deshidratación de los estomas, los cuales cierran por la pérdida de turgencia. Al ser insuficiente el contenido acuoso se produce un estado de marchitez, incrementándose la actividad respiratoria por la transformación de almidones en azúcar, sustratos directos del proceso respiratorio.

Cuadro 22. Prueba de Tukey para la mortalidad (%) por el efecto de los clones.

| Clon | Promedio (%) | Significación ($\alpha = 0,05$) | |
|------|--------------|-----------------------------------|---|
| 227 | 37,778 | a | |
| 43 | 37,778 | a | |
| 278 | 34,815 | a | b |
| 81 | 33,333 | a | b |
| 192 | 33,333 | a | b |
| 40 | 31,111 | a | b |
| 2 | 25,926 | a | b |
| 261 | 20,741 | a | b |
| 253 | 15,556 | | b |

Clones unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

En el (Cuadro 22), según la prueba Tukey ($\alpha=0.05$), la menor mortalidad reportó el Clon 253 (15.556 %), siendo estadísticamente inferior que los clones restantes.

Cuadro 23. Prueba de Tukey para la mortalidad (%) por el efecto del número de hojas.

| Nº Hojas | Promedio (%) | Significación (Alpha = ,05.) |
|----------|--------------|------------------------------|
| Hojas 2 | 44,198 | a |
| Hojas 4 | 25,926 | b |
| Hojas 6 | 20,000 | b |

Nº Hojas unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

El efecto del área foliar en la Mortalidad, se reflejan en el (Cuadro 23), donde el mayor promedio de estacas muertas se registro en estaquillas con 2 hojas (44.198 %), significativamente superior que las estaquillas con 4 hojas (25.926 %) y 6 hojas (20 %), que estadísticamente presentan los mismos efectos.

4.4. Interacción del factor Clon vs Nº de hojas en el enraizamiento de estaquillas de *M. dubia* H.B.K. Mc Vaugh

4.4.1. Análisis de correlación Pearson para las variables de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia*

Cuadro 24. Correlaciones para las variables de enraizamiento en estaquillas de *M. dubia* H.B.K. Mc Vaugh.

| Variables de Enraizamiento | % Enraizamiento | Nº de Raíz | Longitud de Raíz | % Formación de callo | % Mortalidad |
|----------------------------|-----------------|------------|------------------|----------------------|--------------|
| % Enraizamiento | 1 | 0,709** | -0,034 | -0,527** | -0,457** |
| Nº de Raíz | | 1 | 0,079 | -0,383** | -0,536** |
| Longitud de Raíz | | | 1 | 0,264* | -0,274* |
| % Formación de callo | | | | 1 | 0,157. |
| % Mortalidad | | | | | 1 |

**Significancia de la correlación en el nivel 0.01 (2-colas).

*Significancia de la correlación en el nivel 0.05 level (2-colas).

En el (Cuadro 24), se observa que existe una correlación positiva altamente significativa ($\alpha=0.01$) entre las variables % de enraizamiento y Número de raíz (0.709), pero negativa con la variables % de formación de callo (0.527). Además, existe una correlación negativa altamente significativa entre el N° de raíz y el % de mortalidad (0.536). Se concluye entonces que dichas variables (mejor correlación) son dependientes en las proporciones mencionadas.

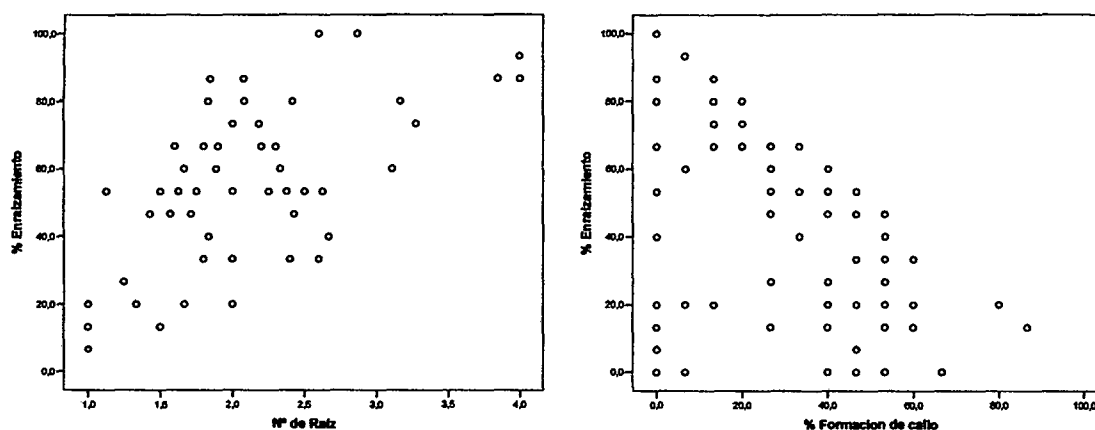


Figura 7. Correlaciones para el N° de raíz y % de formación de callo vs % de enraizamiento en estaquillas de *M. dubia*.

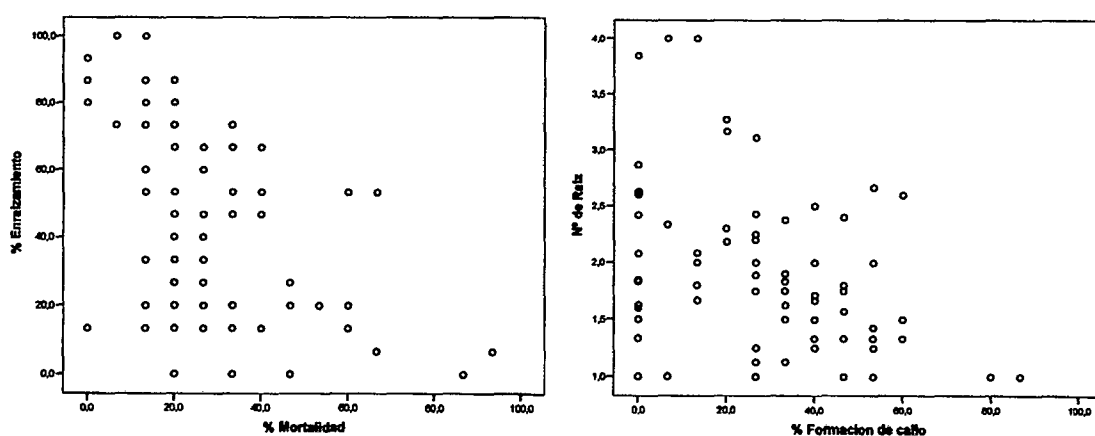


Figura 8. Correlaciones para el % de mortalidad vs % de enraizamiento y % de formación de callo vs N° de raíz en estaquillas de *M. dubia*.

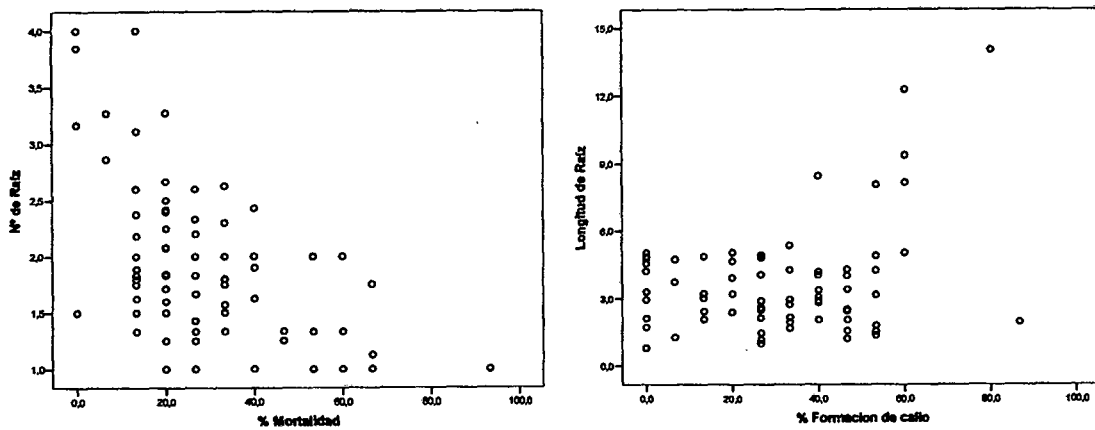


Figura 9. Correlaciones para el % de mortalidad vs Nº de raíz y % de formación de callo vs longitud de raíz en estaquillas de *M. dubia*.

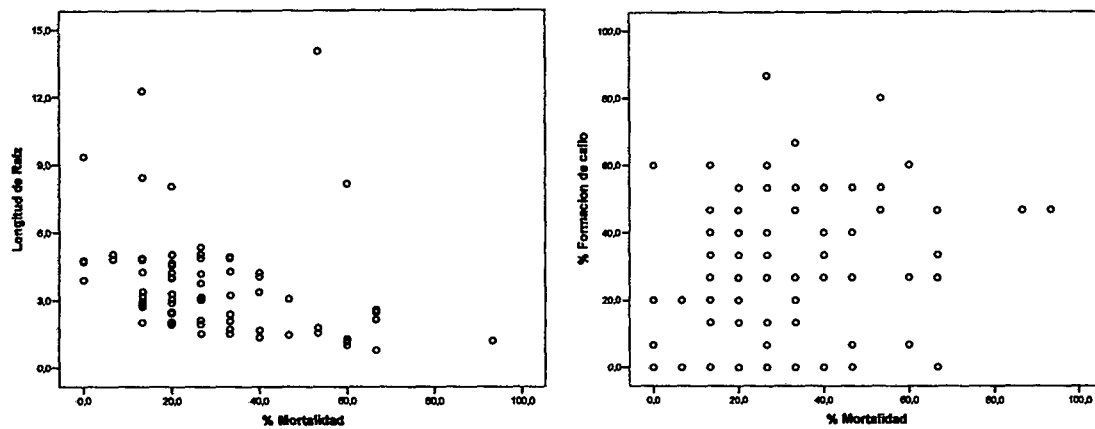


Figura 10. Correlaciones para el % de mortalidad vs longitud de raíz y % de formación de callo en estaquillas de *M. dubia*.

4.4.2. Análisis de regresión lineal para el enraizamiento (%) de estaquillas

Cuadro 25. Fuerza de asociación entre las variables: Clon, Número de hojas en el enraizamiento de *M. dubia*.

| Modelo | R | R ² | Ajuste R ² | Error Std. de la estimación |
|--------|--------------------|----------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1 | 0,410 ^a | 0,168 | 0,146 | 25,1727 |

^a Predictoras: (Constantes), Clon, Nº de Hojas

De acuerdo al (Cuadro 25), se deduce que el 16.8 % ($R^2=0.168$) de la varianza del enraizamiento, esta predicha por el factor Clon y Número de hojas.

Cuadro 26. Análisis de varianza para la regresión lineal del % de enraizamiento de *M. dubia*.

| Modelo | | Suma de cuadrados | G.L | Cuadrados medios | F | Sig. |
|--------|-----------|-------------------|-----|------------------|-------|--------------------|
| 1 | Regresión | 9963,463 | 2 | 4981,731 | 7,862 | 0.001 ^a |
| | Residual | 49426,026 | 78 | 633,667 | | |
| | Total | 59389,489 | 80 | | | |

Además, en el análisis de varianza para la regresión (Cuadro 26), se observa la existencia de una relación significativa entre el Porcentaje de enraizamiento y las variables independientes: Clon y Número de hojas.

Cuadro 27. Coeficiente de regresión lineal del % de enraizamiento de *M. dubia*.

| Coeficientes ^a | | | | | | |
|---------------------------|-------------|-----------------------------|-----------|---------------------------|--------|-------|
| Modelo | | Estandarizando coeficientes | | Coeficiente estandarizado | | |
| | | B | Std error | Beta | t | Sig. |
| 1 | (Constante) | 35,533 | 9,170 | | 3,875 | 0,000 |
| | Nº hojas | 10,618 | 3,426 | 0,320 | 3,100 | 0,003 |
| | Clon | -2,679 | 1,083 | -0,255 | -2,473 | 0,016 |

^a variable dependiente: % Enraizamiento

En el (Cuadro 27), el modelo de la predicción para el porcentaje de enraizamiento de estaquillas es el siguiente:

$$\% \text{ Enraizamiento} = 35,533 + 10,618(x_1) - 2,679(x_2)$$

Lo que indica que al aumentar una hoja más en la estaquilla, el porcentaje de enraizamiento aumenta en 10.618 %, pero al agregar un clon mas en la cámara de propagación, afecta al porcentaje promedio, disminuyendo en un 2.679 %, debido a la alta variabilidad genética en la capacidad de enraizamiento de esta especie.

V. CONCLUSIONES

1. El porcentaje de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia* utilizando propagadores de sub irrigación es 49.753 %, bajo parámetros de 4 a 6 hojas por estaquilla.
2. El efecto de la planta madre (clones) de la especie *M. dubia*, influye de manera altamente significativa en el enraizamiento de estaquillas, encontrándose un rango muy amplio en el % de enraizamiento, desde un 80.741 % hasta un 11.11 %, número de raíz de 3 a 1.5 raíces/estaquilla y longitud de raíz, de 4.14 a 2.56 cm.
3. El número de hojas / estaquilla de *M. dubia* tiene un efecto altamente significativo en el enraizamiento, donde los mejores resultados en el % de enraizamiento y N° de raíz se logró en 4 y 6 hojas, reportando un 47.653 % y 51.85 %, con 2.3 y 2.2 raíces/estaquilla respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre si; así mismo en estaquillas con 6 hojas se logró la mayor longitud de raíz con 4.14 cm, siendo significativamente superior que las estaquillas con 4 hojas (3.59 cm) y 2 hojas (2.03 cm).
4. La influencia del número de hojas en las estaquillas de *M. dubia* actúa de manera independiente del efecto del factor clon en el enraizamiento, ya que los clones de gran capacidad rizogénica responderán mejor cuando

presentan mayor área foliar, en efecto: con 6 hojas se tiene un rango que va desde 91.113 % hasta 17.777 %, con 4 hojas de 86.667 % a 15.553 %, y con 2 hojas de 64.443 % hasta 0 % de enraizamiento.

5. Existe una relación directa altamente significativa entre % de enraizamiento y número de hojas e inversa entre % de enraizamiento y el incremento de la variabilidad de clones.

VI. RECOMENDACIONES

- 1. La selección de las plantas (ortet) de *M. dubia*, debería considerarse como un factor fundamental por la alta variabilidad en la tasa de enraizamiento y calidad de raíces entre clones, sobre todo si se piensa realizar algún tipo de mejoramiento utilizando esta técnica, ya que en esta especie existen plantas madres que por sus características genéticas (aun no determinadas) presentan una alta capacidad de enraizar mediante este método.**
- 2. Realizar estudios de caracterización fenotípica de aquellas plantas madres cuyos clones presentan una mayor capacidad rizogénica a fin de establecer criterios de selección de plantas que presentan dichas cualidades.**
- 3. Es necesario determinar el periodo de enraizamiento óptimo para cada clon selecto, con el mayor número de estacas enraizadas, debido a la capacidad variable de emitir raíces, a fin evitar los gastos innecesarios que se emplearían en el manejo y mantenimiento en las cámaras de propagación, además de correr riesgos de mortalidad por el agotamiento temprano de sus reservas, ya que después de este periodo cuando se persiguen fines comerciales resultará poco práctico y antieconómico el mantenimiento de las cámaras de propagación.**

4. Se sugiere la aplicación de diferentes dosis de hormonas de crecimiento (auxinas) para los clones con baja capacidad de enraizamiento de acuerdo al gradiente de disminución, que determina los niveles de auxinas internas de los clones con la finalidad de evitar la intoxicación de la estaquilla por el exceso o bien interrumpir el proceso por deficiencia de esto.

VII. ABSTRACT

The present work of investigation was carried out in the EE- IIAP – Ucayali in the period of time of September April 2007-2008. With the purpose of contributing in the establishment of a methodology vegetative spread of *Mycraria dubia* (H B K) MC Vaugh “camu camu shrub” that allows the multiplication of outstanding phenotype optimizing the genetic matter by means of the utilization of stakes and without the application of hormones; here by to advance significantly in the process of genetic improvement of the species. The spread was made in propagator of sub irrigation with substratum before washed and sun shined. The stakes were collected from nine mother plants proceeding from anex Pacacocha – INIA – Pucallpa previous work of selection and preparation by means of the work of pruning and fertilization foliated; the stakes of each clone was treated with two, four, six leaves with 9,12,15,cm. of length respectively, in order to determine the effect of the variability of the octet and the number of the leaves/clone in the deeply root and the interaction of both. The treatments were distributed in the chamber using a DBCA with three repetitions, arranged to a factorial of 9AX3B. The treatments are formed by the combination of nine levels of the factor “A” with the three levels of the factor ”B”, which make 27 combinations. Each combination was represented by 15 stakes; doing a whole of 45 stakes in their three repetitions. In the deeply root stakes

we evaluated the variables; percentage of rooted stakes, number and length of roots , percentage of stakes with corn and percentage of mortality, which were evaluated at 90 days after established the test. The results show us that the effect of the variability phenotypic influences in a highly significant way the percentage of deeply root showing a very wide range from a 80.741% to 11,112%. Number of root from 3 to 1.5 root/stakes, and length of root from 4.14 to 2.56 cm.

The numbers or leaves has an effect highly significant in the deeply-root, where the best result it was achieved in stakes with four to six leaves, reporting a 47.653% and 51.85% of deeply-root with 2.3 and 2.2 root/stakes respectively statistically not existing significant differences between themselves, like wise, in stakes with 6 leaves it achieved the major length of roots with 4.14 cm. being significantly top that stakes with 4 leaves (3.59cm.)and two leaves (2.03cm). The effect of the interaction of the factor clone and number of leaves in the percentage of deeply –root we have: with 6 leaves o range that goes from 91.113% to 17.777% with 4 leaves from 86,667% to 15.553% and with two leaves from 64.443% to 0% of deeply-root which the 17% of this variance is predicted by the genetic variability and the number of leaves. The percentage of deeply-root-stakes of M. Dubai as result of a mixture of 9 clones, under parameters of 4 and 6 leaves, using propagators of sub irrigation without the application of hormones is 49.753%.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEDINI, W. 2005. Propagación vegetativa de *Parkinsonia aculeata* L. por estaquillado. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de ciencias Agrarias y Forestales. Buenos Aires, Argentina. 33 p.
- BAUS, P., FLOR, B., TRUEBA, C. 1996. Descriptores de camu camu. Programa Nacional de Cultivos Tropicales. Informe Técnico N° 8. 55 p.
- DEVLIN, R. 1982. Fisiología Vegetal. Ed. Omega, Barcelona, España. 517 p.
- FANEGO, A. 2006. Aportes a la metodología de propagación de *Bougainvillea glabra* Choisy. Tesis presentada en opción del título académico de "Master en Ciencias Agrícolas", Universidad Agraria de la Habana Fructuoso Rodríguez Pérez. 56 p.
- FLORES, P. 1997. Cultivo de frutales nativos Amazónicos. Manual para extencionistas. TCA - SPT. Lima, Perú. 33p.
- FRANCLET, A., BOULAY, M., BEKKAOUI, F., FOURET, Y., 1987. Rejuvenation. En: Cell and Tissue Culture in Forestry. General principles Biotechnology. The Netherlands, 1: 232-248.

- GALUCIO, P. 2002.** Producción de mudas de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) por estacas utilizando ramas provenientes de diferentes tipos y posiciones de la planta. Nota Técnica. INPA. Brasil.
- HACKETT, P. 1988.** Donor plant maturation and adventitious root formation. En: Adventitious Root Formation in Cuttings. Advances in Plant Science Series. Eds.: D. V. Davis; B, Haissig y N. Sankhla. 2: 11-28.
- HARTMANN, T., HANSEN, J. 1997.** Effect of season of collecting, indolebutyric acid and pre-planting storage treatments on rooting of Marianna plum, peach and quince hardwood cuttings. Proc. Amer. Hortic. 71:57-66p.
- HARTMANN, H., KESTER, D. 1998.** Propagación de plantas. Principios y prácticas. VI impresión. Compañía editorial continental. México. 760 p.
- KRAMM, C. 1987.** Propagación vegetativa de cuatro especies arbustivas nativas con posibilidades ornamentales. Tesis optar al grado de licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. 50 p
- IIAP. 2001.** Sistema de Producción de Camu Camu en Restinga. Programa de ecosistemas terrestres. Proyecto Bioexport - camu camu. 141 p.
- ____. 2003.** Plan de mejoramiento genético de camu camu arbustivo *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh. RPSP/PAJPH. En preparación 2003.
- ____. 2004.** Plan de mejoramiento genético de camu camu. Iquitos, Perú. 52 p.

- ____, 2006. Cuarto año de Caracterización Morfológica de 315 plantas de camu camu arbustivo *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, establecidas en suelos inundables – Pacacocha – INIEA / IIAP. Informe Técnico Anual 2006. Pucallpa. Perú. 19 p.
- LATSAGUE, M., ROMERO, M., CASTRO, E. 2001. Influencia de los fenoles en la Rizogénesis de Estacas de *Nothofagus pumilio* Krasser. Rev. Gayana Botánica. 58 (1), 81 y 82p.
- LEAKEY, R., MESEN, F., TCHOUNDJEU, Z., LONGMAN, A., NEWTON, A. 1987. Low technology techniques for vegetative propagation of tropical trees. En: Commonwealth Forestry Review. Vol. 66, Nº. 1; p. 61-75.
- LONGMAN, A. 1993. Árboles tropicales: Manuales de propagación. Enraizamiento de estacas de árboles tropicales. London, United Kingdom: Commonwealth Science Council. 131 p.
- LOPEZ, A., OLIVA, C. 2005. Manual técnico del Cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK) injerto en suelos Aluviales. Pucallpa, Perú. 34 p.
- MENDOZA, A., ANGUIZ, R. 2001. El camu camu, *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh: Situación actual y perspectiva de mejoramiento genético. UNALM/IIAP. 18 p.
- MENEZES, A. 1998. Efeitos de diferentes reguladores de crecimiento sobre o enraizamiento de estacas de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh). FCA/UA. Brasil. 2 p.

- MESEN, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: Uso de Propagadores de sub-Irrigación. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. Turrialba, Costa Rica. 33 p.
- MINAG. 2000. Programa Nacional de camu camu 2000 – 2020. Lima, Perú. 22 p.
- MOYA, P. 2002. Crecimiento de brotes y concentraciones de principios activos en poblaciones naturales de canelo (*Drimys Winteri* J.R. et Foster.). Tesis Ingeniero agrónomo. Universidad de Talca facultad de ciencia agrarias escuela de agronomía. Talca, Chile. 68 p
- NEWTON, C., JONES, C. 1993. Characterisation of microclimate of mist and non-mist propagation systems. 68(3): 421-430.
- OLIVA, C. 2002. Evaluación de la Productividad del camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh en Loreto. Tesis: Ingeniero Agrónomo. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 51 p.
- OLIVA, C., VARGAS, V. 2003. Selección de plantas madres promisorias de camu camu arbustivo en Ucayali. RPSP/PAJPH.
- OLIVA, C. 2007. Enraizamiento de estaquillas de camu camu arbustivo *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, mediante incremento de área foliar, en Cámaras de sub Irrigación, en Ucayali. Artículo científico. Pucallpa, Perú. 8 p.

- PINEDO, P. 2001. Sistemas de producción de camu camu en restinga. IIAP., Lima, Perú. 34p.
- PINO, P. 2002. Propagación vegetativa de *Drimys Winteris*, una especie con características medicinales, sometidas a dos sistemas de riego: microjet y cinta de goteo, en el sector de Huichahue IX región. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ciencias Agropecuarias y forestales. Escuela de Ciencias forestales. 52 p.
- PROMPEX. 1998. El cultivo del camu camu en la Amazonía peruana. Promoción de Exportaciones de Productos Agrícolas de la Selva.
- QUEUPUMIL, H. 2004. Evaluación de dos sistemas de riego microjet y goteo, con la utilización de dos sustratos (turba y tierra – arena), en la propagación vegetativa por estacas de *drimys winteri*, forst, (canelo) bajo condiciones de invernadero en la comunidad indígena millapan romero”. tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. 53 p.
- ROCHA, G. 1998. Manual de propagación de plantas. 2^{da} Edición. Editorial Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 209 p.
- ROJAS, P., ARCE, P., ARRIAGADA, M. 1997. Propagación vegetativa por estacas en *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. Ciencia e Investigación Forestal. Chile. 1(2): 1-8.

- ROJAS, S., GARCIA, J., ALARCON, M. 2004. Propagación Asexual de Plantas. Conceptos Básicos y Experiencias con Especies amazónicas. CORPOICA / PRONATA / MADR. Colombia. 55 p.
- SANCHEZ, A. 2002. Propagación por enraizamiento de estaca en la especie medicinal el maiten (*Maytenus boaria* mol.), bajo sistema de riego de cinta de goteo y microjet asociada a comunidades Mapuche de la IX región. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad Católica de Temuco, Facultad de ciencias forestalesles. 59p.
- SANTELICES, R. 2005. Efecto del arbol madre sobre la rizogénesis de *Nothofagus alessandrii*. Bosque Valdivia. 26(3): 133-136.
- VAN, P., OVERBEEK, J. 1969. An análisis of the function of the leaf in the process of root formation in cuttings. American Journal of Botany. 33:107-115.
- VÁZQUEZ, E., TORRES, S. 1982. Fisiología Vegetal: Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 463 p
- VASQUEZ, A. 2000. El camu camu: cultivo, manejo e investigaciones. UNAP. Iquitos, Perú. 218 p.
- VILLACHICA, H. 1996. El cultivo de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh, en la Amazonía Peruana. TCA. 95 p.
- WRIGHT, J. 1984. Mejoramiento genético de los árboles forestales. Estudios de selvicultura y productos forestales N° 16. FAO. Roma, Italia. 436 p.

IX. ANEXOS

8.1. Evaluación de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu" de 9 plantas madres procedentes del Anexo Pacacocha - INIA - Pucallpa, utilizando propagadores de sub irrigación.

Cuadro 28. Datos de las variables de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia*, en diferentes parámetros de área foliar.

| Nº | Bloque | Planta Madre | Nº de Hoja | Nº EcR | Eto (%) | Promedio Nº R/E | Nº R/E | | Promedio LR/E | NºEcC | FC (%) | Nº EM | M (%) |
|----|--------|--------------|------------|--------|---------|-----------------|--------|-----|---------------|-------|--------|-------|--------|
| | | | | | | | Max | Min | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 13,333 | 1,00 | 1 | 1 | 1,000 | 4 | 26,667 | 9 | 60,000 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 7 | 46,667 | 2,43 | 4 | 1 | 4,056 | 4 | 26,667 | 6 | 40,000 |
| 3 | 1 | 1 | 3 | 8 | 53,333 | 1,75 | 3 | 1 | 4,942 | 4 | 26,667 | 5 | 33,333 |
| 4 | 1 | 2 | 1 | 3 | 20,000 | 2,00 | 3 | 1 | 1,778 | 8 | 53,333 | 8 | 53,333 |
| 5 | 1 | 2 | 2 | 8 | 53,333 | 2,00 | 4 | 1 | 3,369 | 6 | 40,000 | 6 | 40,000 |
| 6 | 1 | 2 | 3 | 7 | 46,667 | 1,57 | 3 | 1 | 4,279 | 7 | 46,667 | 5 | 33,333 |
| 7 | 1 | 3 | 1 | 8 | 53,333 | 1,75 | 5 | 1 | 2,489 | 7 | 46,667 | 10 | 66,667 |
| 8 | 1 | 3 | 2 | 11 | 73,333 | 3,27 | 6 | 1 | 4,657 | 3 | 20,000 | 3 | 20,000 |
| 9 | 1 | 3 | 3 | 13 | 86,667 | 4,00 | 9 | 1 | 4,883 | 2 | 13,333 | 2 | 13,333 |
| 10 | 1 | 4 | 1 | 8 | 53,333 | 2,00 | 3 | 1 | 1,142 | 4 | 26,667 | 9 | 60,000 |
| 11 | 1 | 4 | 2 | 12 | 80,000 | 2,42 | 4 | 1 | 3,297 | 0 | 0,000 | 3 | 20,000 |
| 12 | 1 | 4 | 3 | 13 | 86,667 | 1,85 | 3 | 1 | 3,300 | 0 | 0,000 | 3 | 20,000 |
| 13 | 1 | 5 | 1 | 1 | 6,667 | 1,00 | 1 | 1 | 1,200 | 7 | 46,667 | 14 | 93,333 |
| 14 | 1 | 5 | 2 | 3 | 20,000 | 1,33 | 2 | 1 | 3,067 | 6 | 40,000 | 7 | 46,667 |
| 15 | 1 | 5 | 3 | 5 | 33,333 | 2,00 | 3 | 1 | 3,143 | 8 | 53,333 | 4 | 26,667 |
| 16 | 1 | 6 | 1 | 8 | 53,333 | 1,13 | 2 | 1 | 2,600 | 4 | 26,667 | 10 | 66,667 |
| 17 | 1 | 6 | 2 | 9 | 60,000 | 1,67 | 3 | 1 | 4,183 | 6 | 40,000 | 4 | 26,667 |
| 18 | 1 | 6 | 3 | 7 | 46,667 | 1,43 | 2 | 1 | 4,886 | 8 | 53,333 | 4 | 26,667 |
| 19 | 1 | 7 | 1 | 0 | 0,000 | | | | | 7 | 46,667 | 13 | 86,667 |
| 20 | 1 | 7 | 2 | 3 | 20,000 | 1,33 | 2 | 1 | 8,167 | 9 | 60,000 | 9 | 60,000 |
| 21 | 1 | 7 | 3 | 3 | 20,000 | 1,00 | 1 | 1 | 14,033 | 12 | 80,000 | 8 | 53,333 |

Continuación...

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|----|---------|------|---|---|-------|----|--------|---|--------|
| 22 | 1 | 8 | 1 | 10 | 66,667 | 2,30 | 4 | 1 | 2,388 | 3 | 20,000 | 5 | 33,333 |
| 23 | 1 | 8 | 2 | 10 | 66,667 | 2,20 | 4 | 1 | 2,134 | 4 | 26,667 | 4 | 26,667 |
| 24 | 1 | 8 | 3 | 9 | 60,000 | 3,11 | 6 | 1 | 2,893 | 4 | 26,667 | 2 | 13,333 |
| 25 | 1 | 9 | 1 | 0 | 0,000 | | | | | 8 | 53,333 | 7 | 46,667 |
| 26 | 1 | 9 | 2 | 3 | 20,000 | 1,33 | 2 | 1 | 1,517 | 8 | 53,333 | 5 | 33,333 |
| 27 | 1 | 9 | 3 | 4 | 26,667 | 1,25 | 2 | 1 | 1,525 | 8 | 53,333 | 4 | 26,667 |
| 28 | 2 | 1 | 1 | 3 | 20,000 | 1,33 | 2 | 1 | 1,550 | 7 | 46,667 | 8 | 53,333 |
| 29 | 2 | 1 | 2 | 5 | 33,333 | 2,60 | 4 | 1 | 5,035 | 9 | 60,000 | 4 | 26,667 |
| 30 | 2 | 1 | 3 | 6 | 40,000 | 2,67 | 4 | 1 | 4,231 | 8 | 53,333 | 3 | 20,000 |
| 31 | 2 | 2 | 1 | 2 | 13,333 | 1,00 | 1 | 1 | 1,350 | 8 | 53,333 | 6 | 40,000 |
| 32 | 2 | 2 | 2 | 5 | 33,333 | 2,40 | 4 | 1 | 4,000 | 7 | 46,667 | 3 | 20,000 |
| 33 | 2 | 2 | 3 | 8 | 53,333 | 1,75 | 3 | 1 | 4,267 | 5 | 33,333 | 2 | 13,333 |
| 34 | 2 | 3 | 1 | 8 | 53,333 | 1,63 | 5 | 1 | 2,733 | 5 | 33,333 | 2 | 13,333 |
| 35 | 2 | 3 | 2 | 11 | 73,333 | 3,27 | 9 | 1 | 5,048 | 3 | 20,000 | 1 | 6,667 |
| 36 | 2 | 3 | 3 | 14 | 93,333 | 4,00 | 7 | 1 | 4,732 | 1 | 6,667 | 0 | 0,000 |
| 37 | 2 | 4 | 1 | 10 | 66,667 | 1,90 | 4 | 1 | 1,678 | 5 | 33,333 | 6 | 40,000 |
| 38 | 2 | 4 | 2 | 15 | 100,000 | 2,60 | 4 | 2 | 2,939 | 0 | 0,000 | 2 | 13,333 |
| 39 | 2 | 4 | 3 | 15 | 100,000 | 2,87 | 5 | 1 | 4,834 | 0 | 0,000 | 1 | 6,667 |
| 40 | 2 | 5 | 1 | 2 | 13,333 | 1,00 | 1 | 1 | 1,950 | 13 | 86,667 | 4 | 26,667 |
| 41 | 2 | 5 | 2 | 3 | 20,000 | 2,00 | 2 | 1 | 2,817 | 6 | 40,000 | 2 | 13,333 |
| 42 | 2 | 5 | 3 | 3 | 20,000 | 1,67 | 3 | 1 | 3,022 | 2 | 13,333 | 4 | 26,667 |
| 43 | 2 | 6 | 1 | 8 | 53,333 | 1,50 | 2 | 1 | 1,944 | 5 | 33,333 | 3 | 20,000 |
| 44 | 2 | 6 | 2 | 10 | 66,667 | 1,60 | 3 | 1 | 4,560 | 0 | 0,000 | 3 | 20,000 |
| 45 | 2 | 6 | 3 | 6 | 40,000 | 1,83 | 3 | 1 | 5,031 | 0 | 0,000 | 3 | 20,000 |
| 46 | 2 | 7 | 1 | 0 | 0,000 | | | | | 6 | 40,000 | 3 | 20,000 |
| 47 | 2 | 7 | 2 | 2 | 13,333 | 1,50 | 2 | 1 | 8,450 | 6 | 40,000 | 2 | 13,333 |
| 48 | 2 | 7 | 3 | 2 | 13,333 | 1,50 | 2 | 1 | 9,375 | 9 | 60,000 | 0 | 0,000 |

Continuación...

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|----|--------|------|---|---|--------|----|--------|----|--------|
| 49 | 2 | 8 | 1 | 8 | 53,333 | 2,50 | 4 | 1 | 2,904 | 6 | 40,000 | 3 | 20,000 |
| 50 | 2 | 8 | 2 | 8 | 53,333 | 2,25 | 4 | 1 | 2,494 | 4 | 26,667 | 3 | 20,000 |
| 51 | 2 | 8 | 3 | 12 | 80,000 | 1,83 | 4 | 1 | 2,942 | 0 | 0,000 | 2 | 13,333 |
| 52 | 2 | 9 | 1 | 0 | 0,000 | | | | | 1 | 6,667 | 7 | 46,667 |
| 53 | 2 | 9 | 2 | 3 | 20,000 | 1,00 | 1 | 1 | 1,267 | 1 | 6,667 | 9 | 60,000 |
| 54 | 2 | 9 | 3 | 3 | 20,000 | 1,33 | 2 | 1 | 2,117 | 0 | 0,000 | 4 | 26,667 |
| 55 | 3 | 1 | 1 | 4 | 26,667 | 1,25 | 2 | 1 | 1,463 | 4 | 26,667 | 7 | 46,667 |
| 56 | 3 | 1 | 2 | 8 | 53,333 | 2,63 | 4 | 1 | 4,871 | 0 | 0,000 | 5 | 33,333 |
| 57 | 3 | 1 | 3 | 9 | 60,000 | 2,33 | 4 | 1 | 3,759 | 1 | 6,667 | 4 | 26,667 |
| 58 | 3 | 2 | 1 | 1 | 6,667 | 1,00 | 1 | 1 | 0,800 | 0 | 0,000 | 10 | 66,667 |
| 59 | 3 | 2 | 2 | 7 | 46,667 | 1,71 | 4 | 1 | 3,054 | 6 | 40,000 | 3 | 20,000 |
| 60 | 3 | 2 | 3 | 6 | 40,000 | 1,83 | 3 | 1 | 5,358 | 5 | 33,333 | 4 | 26,667 |
| 61 | 3 | 3 | 1 | 8 | 53,333 | 2,50 | 7 | 1 | 4,043 | 6 | 40,000 | 3 | 20,000 |
| 62 | 3 | 3 | 2 | 12 | 80,000 | 3,17 | 7 | 1 | 3,915 | 3 | 20,000 | 0 | 0,000 |
| 63 | 3 | 3 | 3 | 13 | 86,667 | 3,85 | 7 | 1 | 4,790 | 0 | 0,000 | 0 | 0,000 |
| 64 | 3 | 4 | 1 | 11 | 73,333 | 2,00 | 3 | 1 | 2,085 | 2 | 13,333 | 5 | 33,333 |
| 65 | 3 | 4 | 2 | 12 | 80,000 | 2,08 | 4 | 1 | 2,438 | 2 | 13,333 | 3 | 20,000 |
| 66 | 3 | 4 | 3 | 13 | 86,667 | 2,08 | 4 | 1 | 4,212 | 0 | 0,000 | 3 | 20,000 |
| 67 | 3 | 5 | 1 | 3 | 20,000 | 1,00 | 1 | 1 | 2,433 | 7 | 46,667 | 3 | 20,000 |
| 68 | 3 | 5 | 2 | 3 | 20,000 | 1,33 | 2 | 1 | 2,033 | 7 | 46,667 | 2 | 13,333 |
| 69 | 3 | 5 | 3 | 5 | 33,333 | 1,80 | 3 | 1 | 3,390 | 7 | 46,667 | 2 | 13,333 |
| 70 | 3 | 6 | 1 | 8 | 53,333 | 1,13 | 2 | 1 | 2,163 | 5 | 33,333 | 10 | 66,667 |
| 71 | 3 | 6 | 2 | 8 | 53,333 | 1,63 | 3 | 1 | 4,217 | 0 | 0,000 | 6 | 40,000 |
| 72 | 3 | 6 | 3 | 9 | 60,000 | 1,89 | 3 | 1 | 4,817 | 4 | 26,667 | 2 | 13,333 |
| 73 | 3 | 7 | 1 | 0 | 0,000 | | | | | 10 | 66,667 | 5 | 33,333 |
| 74 | 3 | 7 | 2 | 2 | 13,333 | 1,00 | 1 | 1 | 8,050 | 8 | 53,333 | 3 | 20,000 |
| 75 | 3 | 7 | 3 | 3 | 20,000 | 1,33 | 2 | 1 | 12,283 | 9 | 60,000 | 2 | 13,333 |

Continuación....

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|----|--------|------|---|---|-------|---|--------|---|--------|
| 76 | 3 | 8 | 1 | 8 | 53,333 | 2,38 | 4 | 1 | 2,951 | 5 | 33,333 | 2 | 13,333 |
| 77 | 3 | 8 | 2 | 11 | 73,333 | 2,18 | 4 | 1 | 3,208 | 3 | 20,000 | 2 | 13,333 |
| 78 | 3 | 8 | 3 | 10 | 66,667 | 1,80 | 4 | 1 | 3,230 | 2 | 13,333 | 5 | 33,333 |
| 79 | 3 | 9 | 1 | 0 | 0,000 | | | | | 0 | 0,000 | 7 | 46,667 |
| 80 | 3 | 9 | 2 | 2 | 13,333 | 1,50 | 2 | 1 | 1,725 | 0 | 0,000 | 5 | 33,333 |
| 81 | 3 | 9 | 3 | 4 | 26,667 | 1,25 | 2 | 1 | 2,050 | 6 | 40,000 | 3 | 20,000 |

N° : Número de unid. Experimentales
 N° EcR: Número de estaquillas con raíz
 Eto : Enraizamiento

N° R/E : Número de raíz/estaquilla
 LR/E : Longitud de raíz/estaquilla
 N° EcC : Número de estaquillas con callo

FC : Formación de callo
 N° EM : número de estaquillas muertas
 M : Mortalidad

8.2. Croquis de ubicación de las 315 Plantas Francas del Anexo Pacacocha - INIA - Pucallpa e identificación de las plantas madres seleccionadas para la clonación.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 21 | 22 | 63 | 64 | 105 | 106 | 147 | 148 | 189 | 190 | 231 | 232 | 273 | 274 | 315 |
| 20 | 23 | 62 | 65 | 104 | 107 | 146 | 149 | 188 | 191 | 230 | 233 | 272 | 275 | 314 |
| 19 | 24 | 61 | 66 | 103 | 108 | 145 | 150 | 187 | 192 | 229 | 234 | 271 | 276 | 313 |
| 18 | 25 | 60 | 67 | 102 | 109 | 144 | 151 | 186 | 193 | 228 | 235 | 270 | 277 | 312 |
| 17 | 26 | 59 | 68 | 101 | 110 | 143 | 152 | 185 | 194 | 227 | 236 | 269 | 278 | 311 |
| 16 | 27 | 58 | 69 | 100 | 111 | 142 | 153 | 184 | 195 | 226 | 237 | 268 | 279 | 310 |
| 15 | 28 | 57 | 70 | 99 | 112 | 141 | 154 | 183 | 196 | 225 | 238 | 267 | 280 | 309 |
| 14 | 29 | 56 | 71 | 98 | 113 | 140 | 155 | 182 | 197 | 224 | 239 | 266 | 281 | 308 |
| 13 | 30 | 55 | 72 | 97 | 114 | 139 | 156 | 181 | 198 | 223 | 240 | 265 | 282 | 307 |
| 12 | 31 | 54 | 73 | 96 | 115 | 138 | 157 | 180 | 199 | 222 | 241 | 264 | 283 | 306 |
| 11 | 32 | 53 | 74 | 95 | 116 | 137 | 158 | 179 | 200 | 221 | 242 | 263 | 284 | 305 |
| 10 | 33 | 52 | 75 | 94 | 117 | 136 | 159 | 178 | 201 | 220 | 243 | 262 | 285 | 304 |
| 9 | 34 | 51 | 76 | 93 | 118 | 135 | 160 | 177 | 202 | 219 | 244 | 261 | 286 | 303 |
| 8 | 35 | 50 | 77 | 92 | 119 | 134 | 161 | 176 | 203 | 218 | 245 | 260 | 287 | 302 |
| 7 | 36 | 49 | 78 | 91 | 120 | 133 | 162 | 175 | 204 | 217 | 246 | 259 | 288 | 301 |
| 6 | 37 | 48 | 79 | 90 | 121 | 132 | 163 | 174 | 205 | 216 | 247 | 258 | 289 | 300 |
| 5 | 38 | 47 | 80 | 89 | 122 | 131 | 164 | 173 | 206 | 215 | 248 | 257 | 290 | 299 |
| 4 | 39 | 46 | 81 | 88 | 123 | 130 | 165 | 172 | 207 | 214 | 249 | 256 | 291 | 298 |
| 3 | 40 | 45 | 82 | 87 | 124 | 129 | 166 | 171 | 208 | 213 | 250 | 255 | 292 | 297 |
| 2 | 41 | 44 | 83 | 86 | 125 | 128 | 167 | 170 | 209 | 212 | 251 | 254 | 293 | 296 |
| 1 | 42 | 43 | 84 | 85 | 126 | 127 | 168 | 169 | 210 | 211 | 252 | 253 | 294 | 295 |





Figura 11. Plantación de camu camu del anexo pacacocha de 19 años.

8.3. Evaluación de brotes de *Mirciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu arbustivo" durante la preparación de plantas madres del Anexo Pacacocha-INIA-Pucallpa

Cuadro 29. Crecimiento en longitud de brotes grandes de plantas madres de *M. dubia* "camu camu arbustivo" del Anexo Pacacocha.

| fecha | Longitud de brotes Grandes (cm) | | | | | | Promedio (cm) |
|------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | Obs 1 | Obs 2 | Obs 3 | Obs 4 | Obs 5 | Obs 6 | |
| 10/07/2007 | 6.5 | 6.3 | 6 | 6.8 | 9.5 | 8.7 | 7.3 |
| 17/07/2007 | 16 | 12.8 | 11.2 | 14.7 | 16.6 | 14.2 | 14.3 |
| 21/07/2007 | 22.2 | 22.4 | 22.7 | 21.6 | 23.5 | 19.9 | 22.1 |
| 01/08/2007 | 28.8 | 28.1 | 29 | 30 | 30.1 | 24.2 | 28.4 |
| 07/08/2007 | 32 | 30.1 | 30 | 31.9 | 31.3 | 24.8 | 30.0 |
| 14/08/2007 | 32.2 | 30.5 | 30.4 | 32.5 | 31.4 | 25 | 30.3 |
| 21/08/2007 | 32.3 | 30.6 | 30.5 | 32.5 | 31.4 | 25.5 | 30.5 |

Cuadro 30. Crecimiento en longitud de brotes medianos de plantas madres de *M. dubia* "camu camu arbustivo" del Anexo Pacacocha.

| fecha | Longitud de brotes medianos (cm) | | | | | Promedio (cm) |
|------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | Obs 1 | Obs 2 | Obs 3 | Obs 4 | Obs 5 | |
| 10/07/2007 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 0.7 | 0.7 |
| 17/07/2007 | 3.1 | 3.2 | 3.5 | 3.6 | 3 | 3.3 |
| 21/07/2007 | 5.8 | 8.5 | 8.9 | 8 | 5.3 | 7.3 |
| 01/08/2007 | 7.1 | 13.2 | 9.8 | 14.1 | 9.5 | 10.7 |
| 07/08/2007 | 7.4 | 16 | 13.6 | 15.4 | 13 | 13.1 |
| 14/08/2007 | 15.3 | 16.1 | 14.5 | 15.6 | 15.2 | 15.3 |
| 21/08/2007 | 15.8 | 16.1 | 15.1 | 15.6 | 15.4 | 15.6 |

Cuadro 31. Crecimiento en longitud de brotes pequeños de plantas madres de *M. dubia* "camu camu arbustivo" del Anexo Pacacocha.

| fecha | Longitud de brotes pequeños (cm) | | | Promedio (cm) |
|------------|----------------------------------|-------|-------|---------------|
| | Obs 1 | Obs 2 | Obs 3 | |
| 10/07/2007 | 1.2 | 1 | 0.9 | 1.0 |
| 17/07/2007 | 4.7 | 3.3 | 3.6 | 3.9 |
| 21/07/2007 | 8.9 | 5.2 | 8.4 | 7.5 |
| 01/08/2007 | 10.2 | 7.7 | 10.3 | 9.4 |
| 07/08/2007 | 10.5 | 8.3 | 12 | 10.3 |
| 14/08/2007 | 10.5 | 8.5 | 12.1 | 10.4 |
| 21/08/2007 | 10.5 | 8.6 | 12.1 | 10.4 |

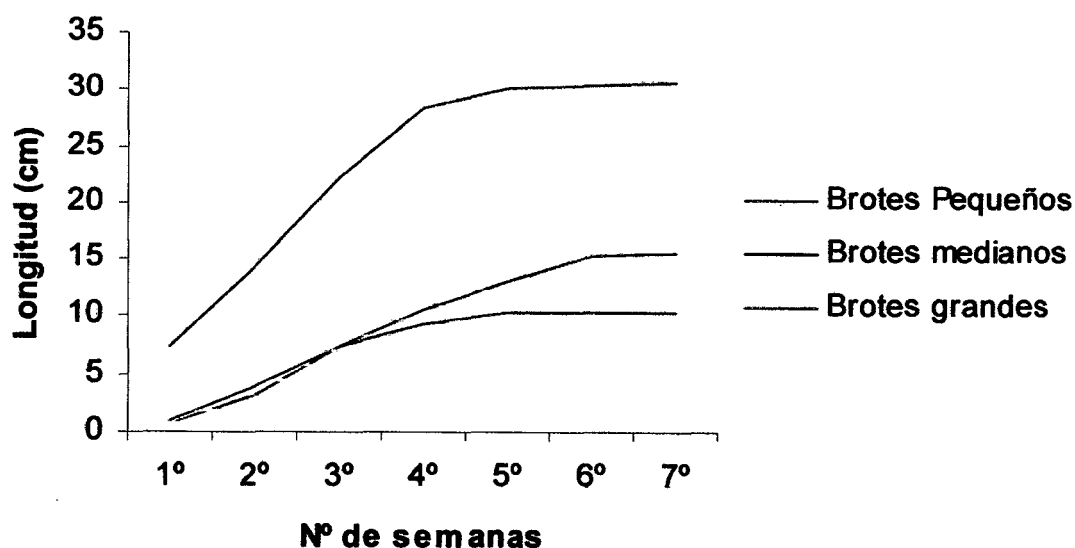


Figura 12. Comportamiento del crecimiento de brotes de plantas madres de *Miricaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu arbustivo".

8.4. Evaluación de los parámetros físicos de la cámara de propagación de sub irrigación de la EE-IIAP-Ucayali durante el proceso de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia*.

Cuadro 32. Datos de la temperatura y humedad interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el primer mes de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia*.

| Nº | Humedad (%) | | | Temperatura (°C) | | |
|------|-------------|----------|---------|------------------|----------|---------|
| | 8:00 AM | 12:00 AM | 4:00 PM | 8:00 AM | 12:00 AM | 4:00 PM |
| 1 | 82 | 99 | 92 | 29,7 | 41,3 | 36,9 |
| 2 | 65 | 96 | 93 | 25 | 30,2 | 29,8 |
| 3 | 76 | 93 | 89 | 27,3 | 36,5 | 34,2 |
| 4 | 64 | 92 | 88 | 26,4 | 33,9 | 29,5 |
| 5 | 89 | 94 | 92 | 28,5 | 38,8 | 35,8 |
| 6 | 82 | 89 | 87 | 24,2 | 29,8 | 27,8 |
| 7 | 84 | 99 | 93 | 28,2 | 45,1 | 39,7 |
| 8 | 66 | 89 | 86 | 23,8 | 37,4 | 33,2 |
| 9 | 71 | 98 | 94 | 24,4 | 29,8 | 39,7 |
| 10 | 88 | 97 | 93 | 29,7 | 40,8 | 38,8 |
| 11 | 67 | 98 | 94 | 28,7 | 42,4 | 36,9 |
| 12 | 89 | 96 | 90 | 26 | 39,9 | 37,5 |
| Prom | 76,9 | 95,0 | 90,9 | 26,8 | 37,2 | 35,0 |

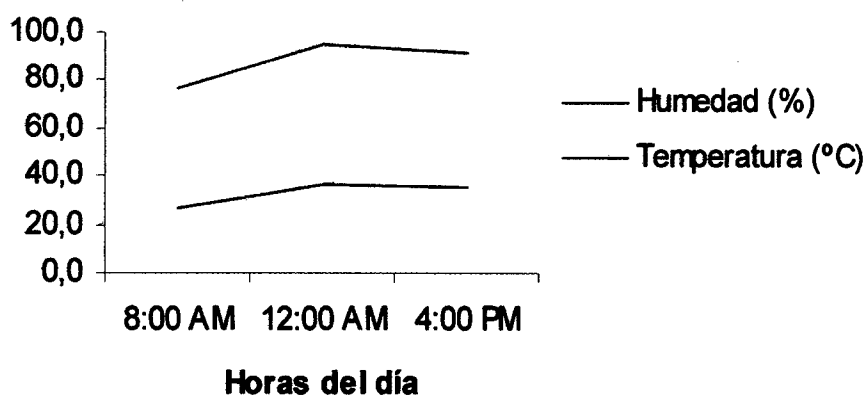


Figura 13. Comportamiento de la temperatura y humedad interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el primer mes de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia*.

Cuadro 33. Datos de la temperatura y humedad interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el segundo mes de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia*.

| Nº | Humedad (%) | | | Temperatura (°C) | | |
|------|-------------|----------|---------|------------------|----------|---------|
| | 8:00 AM | 12:00 AM | 4:00 PM | 8:00 AM | 12:00 AM | 4:00 PM |
| 1 | 84 | 99 | 94 | 30,1 | 41,7 | 37,4 |
| 2 | 67 | 98 | 95 | 26 | 30,7 | 30,3 |
| 3 | 78 | 96 | 91 | 28,8 | 37 | 34,7 |
| 4 | 66 | 94 | 91 | 26,9 | 34,4 | 30 |
| 5 | 91 | 96 | 94 | 29 | 39,4 | 36,3 |
| 6 | 84 | 92 | 89 | 24,7 | 30,2 | 28,3 |
| 7 | 86 | 99 | 95 | 28,7 | 45,6 | 40,2 |
| 8 | 68 | 91 | 88 | 24,3 | 37,9 | 33,7 |
| 9 | 73 | 99 | 96 | 24,9 | 30,3 | 40,3 |
| 10 | 90 | 99 | 95 | 30,2 | 41,3 | 39,3 |
| 11 | 69 | 98 | 96 | 29,2 | 42,9 | 37,4 |
| 12 | 91 | 98 | 92 | 26,5 | 40,4 | 38 |
| Prom | 78,9 | 96,6 | 93,0 | 27,4 | 37,7 | 35,5 |

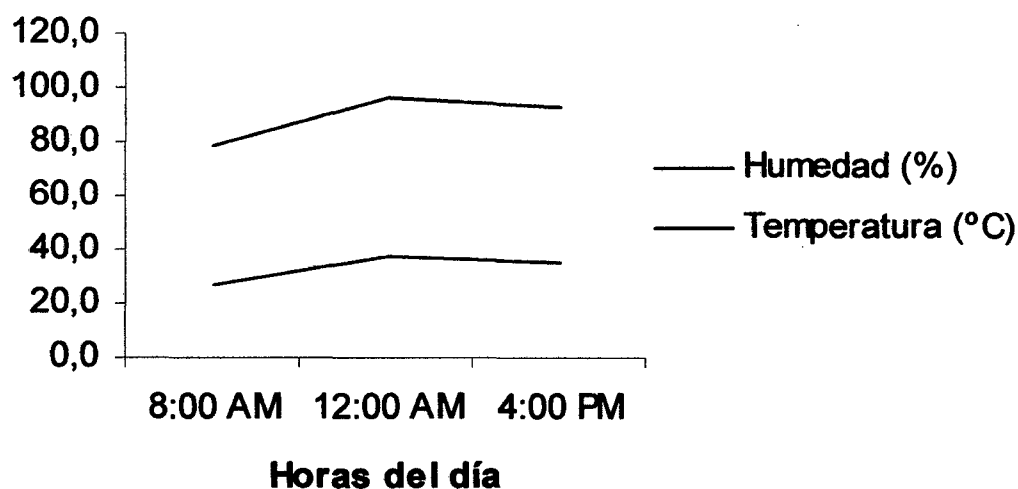


Figura 14. Comportamiento de la temperatura y humedad interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el segundo mes de enraizamiento de estaquillas de *M. dubia*.

Cuadro 34. Datos de la temperatura y humedad interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el proceso de aclimatación (tercer mes) de estaquillas de *M. dubia*.

| N° | Humedad (%) | | | Temperatura (°C) | | |
|------|-------------|----------|---------|------------------|----------|---------|
| | 8:00 AM | 12:00 AM | 4:00 PM | 8:00 AM | 12:00 AM | 4:00 PM |
| 1° | 90 | 93 | 91 | 33,9 | 45,6 | 40,3 |
| 2° | 86 | 88 | 82 | 24,7 | 30,3 | 30,3 |
| 3° | 78 | 82 | 76 | 24,9 | 32,1 | 34,7 |
| 4° | 73 | 77 | 72 | 26 | 30,2 | 30 |
| 5° | 69 | 72 | 66 | 26,5 | 30,7 | 36,3 |
| 6° | 66 | 67 | 62 | 26,9 | 31,2 | 28,3 |
| 7° | 62 | 63 | 59 | 28,8 | 34,4 | 33,7 |
| 8° | 58 | 59 | 55 | 28,7 | 33,3 | 37,4 |
| 9° | 52 | 54 | 51 | 29 | 37 | 37,4 |
| 10° | 46 | 45 | 46 | 29,2 | 37,9 | 38 |
| 11° | 43 | 42 | 42 | 30,2 | 39,4 | 39,3 |
| 12° | 42 | 40 | 43 | 30,1 | 41,7 | 40,2 |
| Prom | 63,8 | 65,2 | 62,1 | 28,2 | 35,3 | 35,5 |

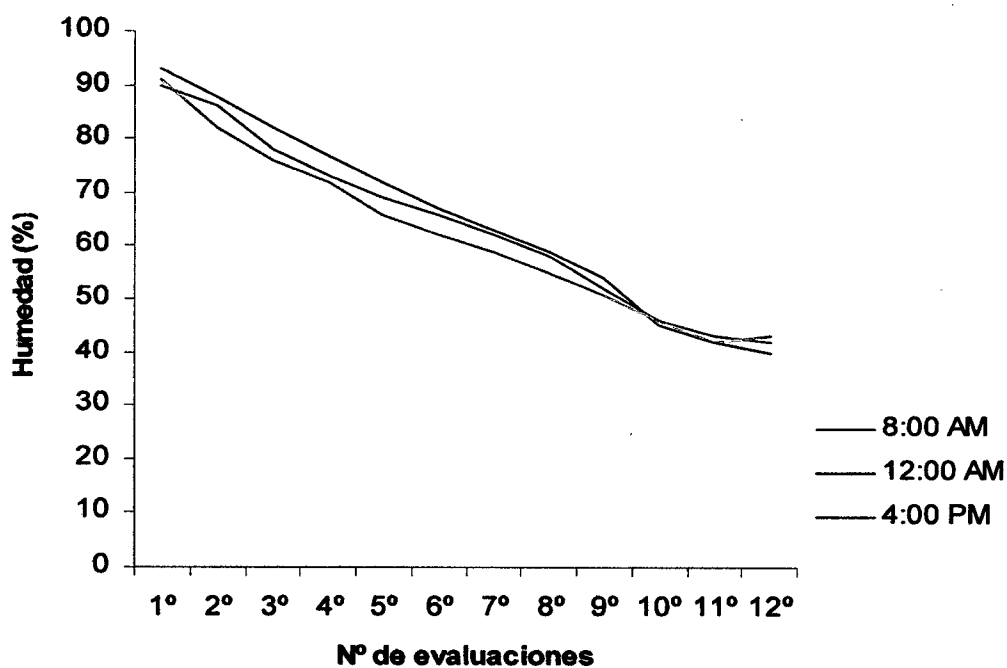


Figura 15. Comportamiento de la humedad interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el proceso de aclimatación de estaquillas de *M. dubia*.

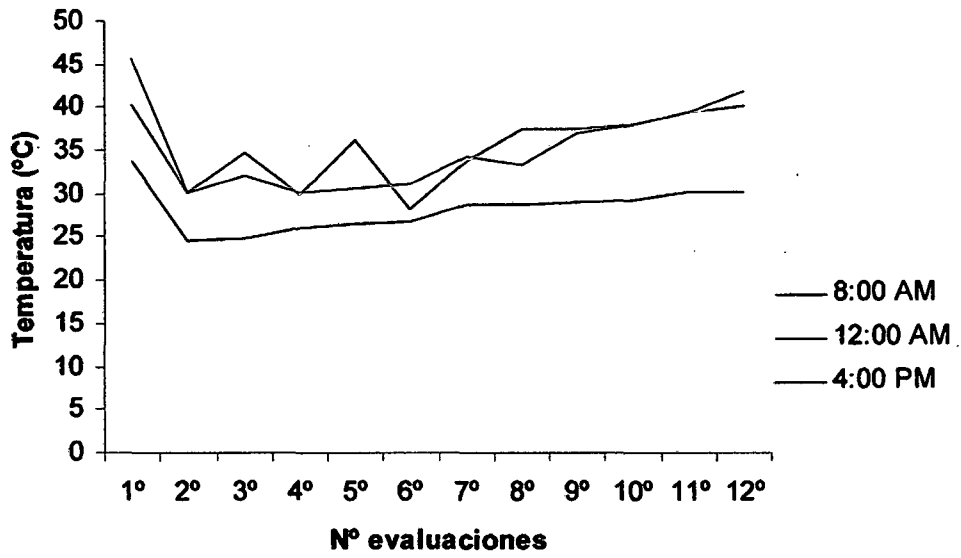


Figura 16. Comportamiento de la temperatura interna de la cámara de propagación de sub irrigación durante el proceso de aclimatación de estaquillas de *M. dubia*.

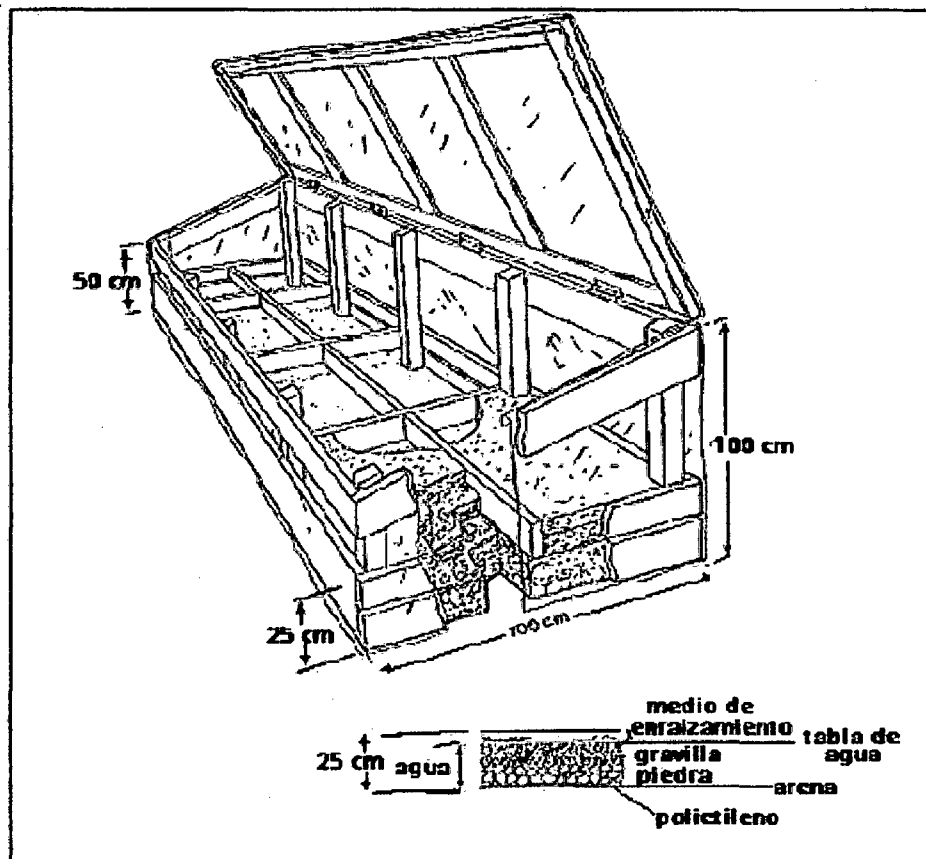


Figura 17. Propagador de sub-irrigación (Longman, 1993).

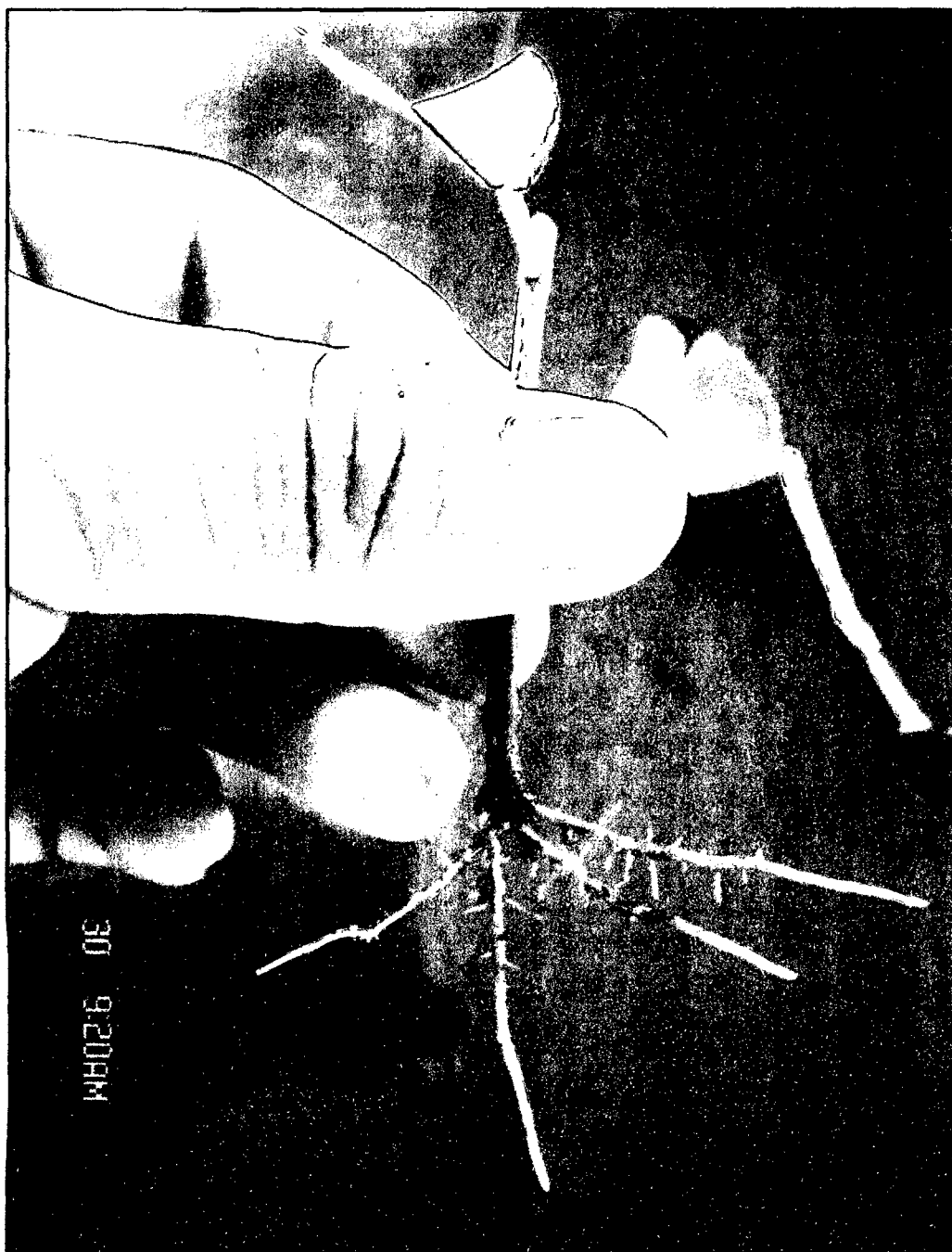


Figura 18. Estaquilla enraizada de *M. dubia* tratada con 1 par de hojas cortadas al 50 % del área foliar, utilizando propagadores de sub irrigación después de 90 días y sin la aplicación de hormonas.



Figura 19. Estaquilla enraizada de *M. dubia* tratadas con 2 pares de hojas y cortadas al 50 % del área foliar utilizando propagadores de sub irrigación después de 90 días sin la aplicación de hormonas.



Figura 20. Estaquilla enraizada de *M. dubia* tratadas con 3 pares de hojas y cortadas al 50 % del área foliar utilizando propagadores de sub irrigación después de 90 días sin la aplicación de hormonas.

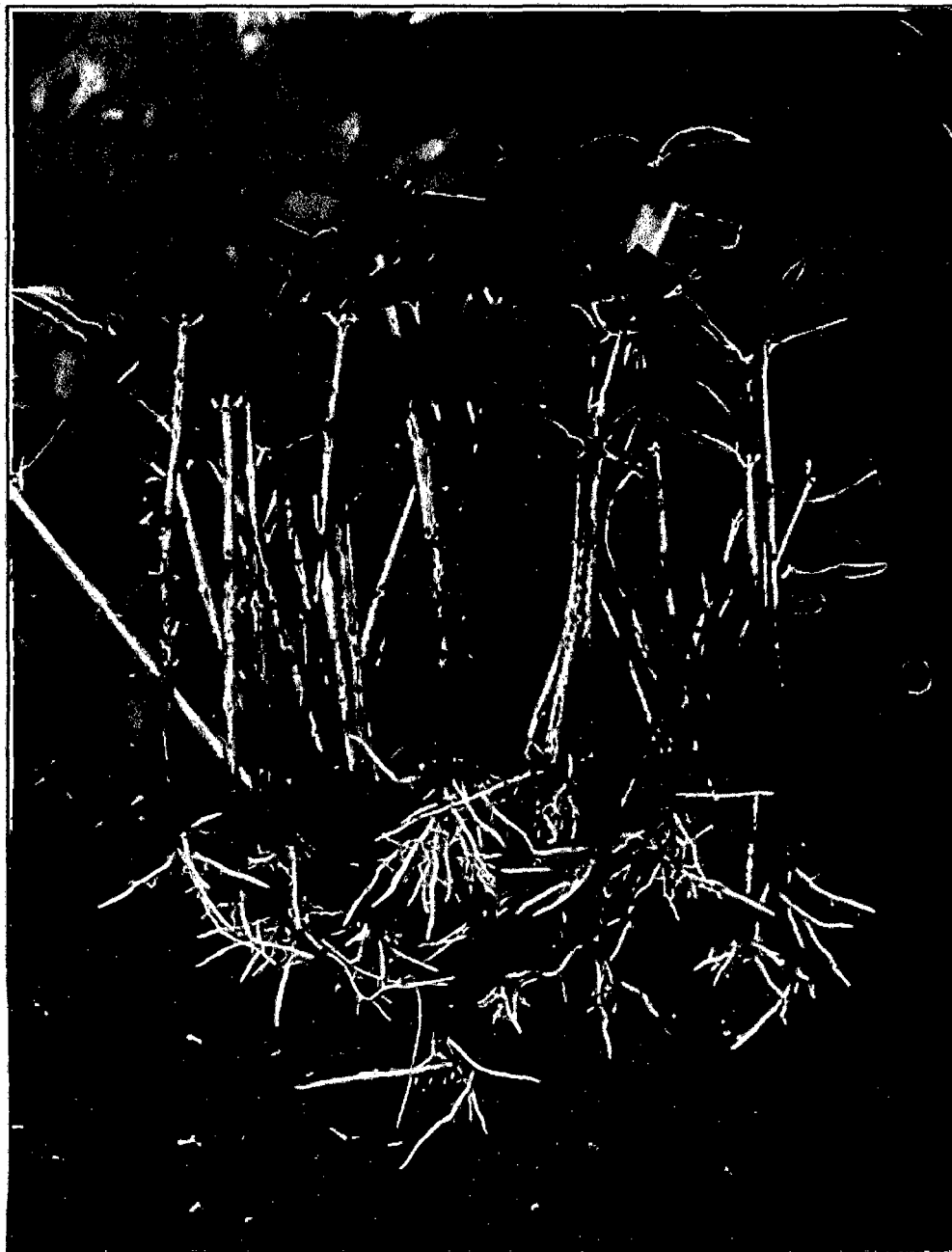


Figura 21. Estaquillas enraizadas de *M. dubia* utilizando propagadores de sub irrigación después de 90 días sin la aplicación de hormonas y cortadas al 50 % de su área foliar.