

T
576.85
L58

NO SALE A
DOMICILIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA
AMAZONIA PERUANA



FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DEL DIÁMETRO Y UBICACIÓN DE
LA RAMA EN ACODO AÉREO EN TRES
GENOTIPOS PROMISORIOS DE *Myrciaria
dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh "CAMU CAMU" EN
IQUITOS

TESIS



980

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller en Ciencias
Agronómicas

JIANG OLIVER LIAO TORRES

Iquitos – Perú
2012

DONADO POR: <i>Jiang O. Liao Torres</i> <i>Iquitos, 11 de 07 de 2012</i>

1074

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL DÍA 14 DE FEBRERO DEL 2012, POR EL JURADO AD-HOC NOMBRADO POR LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO


Ing. M. Sc. HERMAN COLLAZOS SALDAÑA
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. JOSÉ RAMÍREZ CHUNG
MIEMBRO


Dr. ARMANDO VÁSQUEZ MATUTE
MIEMBRO


Dr. JULIO SOPLIN RÍOS
ASESOR


Dr. PEDRO GRATELLE SILVA
DECANO



DEDICATORIA

A la naturaleza, que con sabiduría y amor satisface las necesidades del hombre.

A Luz Marina Torres, mi madre; por ser mi consejera, mi amiga y por haberme inculcado desde pequeño las enseñanzas y valores que hoy me son de gran utilidad. Es ella, la que me brinda su apoyo constante y sin condiciones, y día a día da muestras de su incalculable amor.

A mi papá, Alberto Liao, porque hoy, a pesar de la distancia sigue prodigándome su apoyo y motivación.

AGRADECIMIENTO

A la Estación Experimental Agraria “San Roque” del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, por brindarme la oportunidad de ejecutar la investigación en sus campos experimentales.

Al Dr. Julio Abel Soplín Ríos, Docente Principal de la Facultad de Agronomía, por brindarme sus consejos y darme la oportunidad de realizar la tesis bajo su asesoramiento.

Al Ing. M. Sc. Sixto Alfredo Imán Correa, Coordinador de la Subdirección de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología, en la Estación Experimental Agraria San Roque; por co-asesorar el presente trabajo y darme su apoyo constante, sugerencias y explicaciones científicas que permitieron despejar dudas durante la investigación.

A Lolo Lumba Vásquez, por desplegar su experiencia en la realización de los trabajos técnicos; así como al personal de campo que labora en la Subdirección de Recursos Genéticos y Biotecnología de la Estación Experimental Agraria “San Roque”.

A, Andy Reátegui Salazar y Carlos Arévalo Vásquez, por su apoyo en las diferentes fases del experimento.

A María Valeria Vásquez Sintí, por su apoyo y sugerencias que ayudaron a concluir este trabajo.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1. Problema, hipótesis y variables	12
1.1.1. El problema	12
1.1.2. Hipótesis	13
1.1.3. Identificación de las variables	14
a. Variable independiente	14
b. Variable dependiente	14
1.1.4. Operacionalización de las variables	14
1.2. Objetivos de la investigación	15
1.2.1. Objetivo General	15
1.2.2. Objetivos Específicos	15
1.3. Justificación e importancia	16
CAPITULO II: METODOLOGÍA	17
2.1. Datos generales de la zona de estudio	17
2.1.1. Ubicación	17
2.1.2. Ecología	18
2.1.3. Clima	18
2.1.4. Suelo	18
2.2. Materiales	19
2.3. Métodos	19
2.3.1. Tratamientos en estudio	19
2.3.2. Distribución de los tratamientos	19
2.3.3. Estadística a emplear	20
a. Diseño Experimental	20

b. Análisis de Varianza	20
c. Modelo Aditivo Lineal	21
2.3.4. Características del Campo Experimental	22
2.3.5. Técnicas de Muestreo	22
2.3.6. Conducción del Experimento	23
a. Selección de genotipos promisorios	23
b. Selección de plantas madres	23
c. Preparación del sustrato para los acodos aéreos	24
d. Aplicación de la técnica del acodo aéreo	24
e. Inyección de agua	25
f. Verificación del enraizamiento	26
g. Separación de las ramas enraizadas de las plantas madres	26
h. Limpieza y delimitación del área del Campo Experimental	26
i. Transporte de las ramas enraizadas al Campo Experimental	27
j. Hoyado para el trasplante de ramas enraizadas al Campo Experimental	27
k. Trasplante de las ramas enraizadas en el Campo Experimental	27
l. Deshierbos	27
m. Riegos	28
n. Muestreo de suelo	28
2.3.7. Evaluaciones Realizadas	28
a. Evaluación de Brotación	28
a.1. Número de Brotes	29
a.2. Longitud de Brote	29
a.3. Número de hojas/brote	29
b. Evaluación del Enraizamiento	29
b.1. Número de raíces	30
b.2. Longitud de raíces principales	30
CAPITULO III: REVISIÓN DE LITERATURA	31
3.1. Marco Teórico	31
3.1.1. Generalidades y clasificación taxonómica del camu camu	31
3.1.2. Origen y distribución geográfica de la especie	32
3.1.3. Características botánicas	33

3.1.4. Condiciones agroclimáticas	35
3.1.5. Fenología	36
3.1.6. Variabilidad genética	39
3.1.7. Propagación	41
a. Propagación sexual en camu camu	41
b. Propagación asexual o vegetativa en camu camu	42
b.1. Ventajas de la propagación vegetativa	43
b.2. Desventajas de la reproducción vegetativa	45
b.3. Acodo Aéreo	46
3.2. Trabajos relacionados al tema de investigación	51
3.3. Marco Conceptual	54
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	59
4.1. Brotación de las ramas	59
4.2. Enraizamiento de ramas	69
CAPITULO V: DISCUSIONES	80
5.1. Brotación de las ramas	80
5.2. Enraizamiento de las ramas	82
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
6.1. Conclusiones	88
6.2. Recomendaciones	89
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	90
ANEXOS	96

INDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. Operacionalización de las variables en estudio	14
TABLA 2. Tratamientos en estudio	19
TABLA 3. Esquema del Análisis de Varianza	20
TABLA 4. Análisis de Varianza para el Número, Longitud y Número de hojas por brote, a los 90 días	59
TABLA 5. Prueba de Tukey (0.05) para la variable Número de brotes en la interacción GxUxD, Ubicación y Diámetro, a los 90 días	60
TABLA 6. Prueba de Tukey (0.05) para la variable Longitud de brotes en las Interacciones, Genotipo, Ubicación y Diámetro, a los 90 días	63
TABLA 7. Efectos simples de las interacciones en la Longitud de brotes	64
TABLA 8. Prueba de Tukey (0.05) para la variable Número de hojas por brote en la interacción GxUxD, Genotipo, Ubicación y Diámetro, a los 90 días	67
TABLA 9. Análisis de Varianza para el Número y Longitud de raíces, a los 90 días	69
TABLA 10. Prueba de Tukey (0.05) para la variable Número de raíces en las Interacciones, Genotipo y Diámetro, a los 90 días	70
TABLA 11. Efectos Simples de las interacciones para el Número de raíces	72
TABLA 12. Prueba de Tukey (0.05) para la variable Longitud de raíces en el Diámetro y la Interacción GxD, a los 90 días	75
TABLA 13. Efectos Simples de la interacción GxD en la Longitud de raíces	76

INTRODUCCIÓN

El "camu camu" *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh es una especie frutal nativa amazónica que se encuentra en estado silvestre en Perú, Brasil, Colombia, Venezuela y Ecuador. Nuestro país es considerado el centro de origen de esta especie, por lo que es frecuente encontrar rodales naturales en las cuencas del río Amazonas. En los últimos años se ha incrementado la demanda por consumo de alimentos y productos saludables, tal es el caso del camu camu, que viene contribuyendo como fuente natural de vitamina C, principalmente en el mercado de productos naturales. El camu camu es considerado "tesoro amazónico" por ser un cultivo con alto potencial socioeconómico y nutricional para la región (Imán *et al.*, 2011).

La importancia de esta especie ha llevado a que se establezca el Programa Nacional de camu camu, en la que instituciones como el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), vienen realizando investigaciones en los múltiples componentes de este cultivo. Especialmente el INIA, a través de la Estación Experimental San Roque-Iquitos, está generando tecnologías para este cultivo desde el año 1972. Durante los años 1986 y 1988, investigadores de la E.E. "San Roque" realizaron seis expediciones de colecta de germoplasma de camu camu, obteniendo material genético de 39 poblaciones, 107 matrices (individuos), con un promedio de 20 progenies (semillas) por individuo (Pinedo *et al.*, 2004).

A partir de semillas se ha establecido Bancos de Germoplasma en la Estación Experimental Agraria "San Roque" del INIA, los cuales se están evaluando

través de los años y en la actualidad se cuenta con diez accesiones promisorias, por caracteres adaptativos y de valor (rendimiento mayor de 15 kg/planta y contenido de ácido ascórbico mayor de 2000 mg/100g), con los que se pretende iniciar los ensayos de cruces controlados en búsqueda de una variedad. (Pinedo *et al.*, 2010).

Para tal fin, es necesaria la conservación de estos genotipos, por lo que la propagación vegetativa juega un rol importante. Al respecto, se han realizado muchas investigaciones y se ha determinado que a través del acodo aéreo es posible obtener plantas genéticamente uniformes a partir de ramas seleccionadas, a diferencia de la injertación, las plantas acodadas u obtenidas de estacas no retornan a un período juvenil. Mientras que la propagación por estacas o esquejes hace factible la producción de grandes cantidades de plantas, sin embargo el costo de las instalaciones y equipos necesarios no están al alcance del productor (Albany *et al.*, 2004).

Por otro lado, en la investigación los beneficiarios directos no participan durante el proceso de experimentación, por lo que es necesario contar con técnicas de propagación vegetativa que estén al alcance del agricultor y puedan ser adoptadas durante el manejo de sus plantaciones (Soplín, 2011).

Con la finalidad de determinar si el genotipo, la ubicación y el diámetro de rama influyen en la brotación y el enraizamiento del camu camu se realizó el presente trabajo de investigación, para hacer posible su utilización en programas de mejoramiento y mejoramiento genético del camu camu.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Problema, hipótesis y variables

1.1.1. El problema

El problema principal de la producción en las plantaciones de camu camu es la baja productividad del cultivo, sumado a la baja calidad de fruto. Esto como consecuencia del empleo de semilla no mejorada, proveniente del subproducto del despulpado de la fruta, produciendo una alta heterogeneidad en las plantaciones. A esto se suma el hecho, de que camu camu propagado por semilla, es tardío en alcanzar la producción comercial, requiriendo no menos de diez años para obtener una producción rentable. Esta situación se convierte en uno de los principales problemas para la expansión a nivel comercial del cultivo a partir de semillas. Por lo que se hace necesaria su propagación vegetativa a partir de progenies de alta calidad genética debidamente comprobada en los campos experimentales como la de los agricultores.

Sin embargo, dentro de las características que presenta la familia Myrtaceae en su comportamiento reproductivo, se sabe que tiene dificultad para ser propagada vegetativamente, hecho explicado por la liberación de compuestos fenólicos que provocan oxidación de los tejidos, lo que fue demostrado por trabajos de investigación (Villacr ez, 1983; Enciso, 1992 y Mathews, 2005), encontrando bajos porcentajes de enraizamiento y altas

tasas de mortalidad, ésta última como consecuencia de la poca cantidad de raíces emitidas.

Consecuentemente, es necesaria la búsqueda de técnicas de propagación vegetativa que permitan fijar características deseadas, uniformizar las plantaciones, disponer de plántones de calidad y a la vez integre a los agricultores en el desarrollo de esta especie. El presente trabajo está orientado a la aplicación de la técnica de enraizamiento por acodo aéreo con el fin de determinar un tratamiento que permita obtener mayor cantidad de raíces y brotes en esta especie, lo cual condicionará el futuro de las plantaciones. En este sentido nos planteamos la siguiente pregunta: ¿El genotipo, ubicación y diámetro de rama utilizado en la propagación vegetativa por acodo aéreo son factores que influyen en el enraizamiento y brotación de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu"?

1.1.2. Hipótesis

H_a: Existe influencia del genotipo, ubicación y diámetro de rama en la propagación vegetativa por acodo aéreo en *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu" en Iquitos.

H_{a1}: Existe influencia del genotipo de planta en el enraizamiento y brotación de camu camu.

H_{a2}: Existe influencia de la ubicación de rama en el enraizamiento y brotación de camu camu.

H_{a3}: Existe influencia del diámetro de rama en el enraizamiento y brotación de camu camu.

H_{a4}: Existe influencia de las interacciones entre el genotipo, ubicación y diámetro de rama sobre el enraizamiento y brotación de camu camu.

1.1.3. Identificación de las variables

a. Variable independiente (V.I.):

G = Genotipo

U = Ubicación

D = Diámetro

b. Variable dependiente (V.D.):

Y = Brotación

Z = Enraizamiento

1.1.4. Operacionalización de las variables

A continuación se presenta la Tabla 1, donde se identifican los factores en estudio (V.I.) con sus respectivos niveles y las variables dependientes (V.D.) a ser evaluadas:

TABLA 1. Operacionalización de las variables en estudio	
VARIABLE	NIVELES E INDICADORES
Variable Independiente:	
G = Genotipo	g ₁ : MD-014 g ₂ : MD-015 g ₃ : MD-017
U = Ubicación	u ₁ : Tercio Medio u ₂ : Tercio Superior
D = Diámetro	d ₁ : Diámetro Delgado (1.5 a 2.0 cm) d ₂ : Diámetro Grueso (2.1 a 2.6 cm)
Variable Dependiente:	
Y = Brotación	y ₁ : Número de brotes y ₂ : Longitud de brote y ₃ : Número de hojas/brote
Z = Enraizamiento	z ₁ : Número de raíces z ₂ : Longitud de raíces principales

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Lograr el mejor tratamiento de la propagación vegetativa por acodo aéreo, teniendo en cuenta el diámetro, ubicación de la rama y genotipo de planta en *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu" en Iquitos.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar los efectos de la interacción genotipo, ubicación y diámetro sobre el enraizamiento y brotación de camu camu.
- Determinar en promedio de repeticiones, ubicación y diámetro de rama, el mejor genotipo utilizando el acodo aéreo sobre el enraizamiento y brotación de camu camu.
- Determinar en promedio de repeticiones, diámetro y genotipo, la mejor ubicación de la rama utilizando el acodo aéreo sobre el enraizamiento y brotación de camu camu.
- Determinar en promedio de repeticiones, ubicación y genotipo, el mejor diámetro de rama utilizando el acodo aéreo sobre el enraizamiento y brotación de camu camu.
- Determinar los efectos de la interacción entre el diámetro y la ubicación de rama sobre el enraizamiento y brotación de camu camu.
- Determinar los efectos de la interacción entre el diámetro de rama y el genotipo sobre el enraizamiento y brotación de camu camu.

- Determinar los efectos de la interacción entre la ubicación de la rama y el genotipo de planta sobre el enraizamiento y brotación de camu camu.

1.3. Justificación e importancia

El trabajo de investigación planteado se justifica porque a través de los resultados obtenidos se determinó el mejor tratamiento que tuvo efectos sobre la eficiencia en el enraizamiento y brotación de plantas propagadas vegetativamente, expresándose en una mayor cantidad y calidad de raíces y brotes.

Este trabajo es importante, debido a que permitió conocer la mejor ubicación en la planta, el diámetro adecuado de rama y el genotipo que logró una mayor cantidad de brotes y raíces, variables que garantizan la sobrevivencia de la nueva planta en el campo definitivo, consiguiendo además características uniformes para el establecimiento de grandes plantaciones. Es importante mencionar que el factor Genotipo es de suma importancia debido a que en la actualidad se cuenta con una selección de plantas promisorias por caracteres adaptativos y de valor (rendimiento de fruto mayor de 15 kg/planta y contenido de ácido ascórbico mayor de 2000 mg/100g de pulpa), que merecen ser comparadas en cuanto a su capacidad de propagación.

Asimismo, permitirá el acercamiento del agricultor hacia el uso de esta técnica en sus parcelas, ofreciéndole la garantía de obtención de plantas cuya características sean similares a las plantas madres de alto rendimiento.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Datos Generales de la zona de estudio

2.1.1. Ubicación

El trabajo de investigación se ejecutó en el Campo Experimental “San Miguel”-Estación Experimental Agraria “San Roque” perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), distrito de Belén, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, Perú. El lugar del experimento está localizado al margen izquierdo del río Amazonas, cerca de la ciudad de Iquitos (15 minutos por vía fluvial), en un complejo de orillales reciente, que se inunda todos los años. Rodríguez *et al.* (1995) determina que fisiográficamente, la zona se encuentra ubicada dentro de un Complejo de Orillales del río Amazonas, el cual se caracteriza por presentar diques y basines, denominados vernacularmente como “restingas bajiales”. Estudios realizados por el mismo autor, muestran que el 88.69% de esta zona tiene potencial como Tierras para cultivo en limpio, 3.68% de Tierras para manejo forestal y 7.63% de cochas o Tierras de protección.

Las coordenadas geográficas del área del experimento son:

Longitud	:	73°12'25" O
Latitud	:	03°43'53" S
Altitud	:	105 msnm

2.1.2. Ecología

Según la clasificación de Holdrich (1987), el área del experimento se encuentra clasificada como bosque tropical húmedo (bth), donde predomina un clima cálido húmedo sin marcadas variaciones en el promedio anual de temperatura y sin estación seca bien definida, siendo la temperatura promedio anual de 26 °C, la precipitación pluvial promedio de 2984 mm/año y la humedad relativa entre 83 y 90%.

2.1.3. Clima

Siendo el clima un componente importante durante la realización del experimento, se obtuvieron datos de las condiciones meteorológicas que se presentaron durante su desarrollo (Anexo 7). Estos fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú (SENAMHI).

2.1.4. Suelo

El área de ejecución del experimento, pertenece según la Clasificación de Suelos Norteamericano (Soil Taxonomy, 1975) y a las normas y lineamientos establecidos con el Soil Survey Manual (revisión, 1993), al orden de los Entisoles y Sub Grupo Typic Fluvaquents, siendo su característica principal la ausencia de horizontes desarrollados pedogenéticamente, por ser suelos de origen reciente (INIA, 2008). Otros estudios desarrollados por Rodríguez *et al.* (1995) determinaron que el área está constituida por depósitos fluviales recientes, afectadas por inundaciones periódicas ocasionadas por las crecientes del río Amazonas; litológicamente está compuesto por material reciente, que consiste de

arenas de grano fino con abundante limo y en muy pequeña proporción arcillo limosa.

2.2. Materiales

Para la realización del experimento en la fase de campo fue necesario el uso de los siguientes materiales: Material vegetal, sustrato, rafia, bolsas de polipropileno de 11 x 16 cm, tijeras podadoras, cuchilla para injertar, serrucho curvo, libreta de campo, fichas de evaluación, jeringas, plumón indeleble, wincha, vernier digital, recipientes de plástico, machetes, regadera, jabas, pala, cavador.

2.3. Métodos

2.3.1. Tratamientos en estudio

En la Tabla 2 se presentan los tratamientos utilizados en el experimento:

TABLA 2. Tratamientos en estudio

Clave	Genotipo (G)	Ubicación(U)	Diámetro (D)	Interacción (GUD)
T01	MD-014	Tercio Medio	Delgado	$g_1u_1d_1$
T02	MD-014	Tercio Medio	Grueso	$g_1u_1d_2$
T03	MD-014	Tercio Superior	Delgado	$g_1u_2d_1$
T04	MD-014	Tercio Superior	Grueso	$g_1u_2d_2$
T05	MD-015	Tercio Medio	Delgado	$g_2u_1d_1$
T06	MD-015	Tercio Medio	Grueso	$g_2u_1d_2$
T07	MD-015	Tercio Superior	Delgado	$g_2u_2d_1$
T08	MD-015	Tercio Superior	Grueso	$g_2u_2d_2$
T09	MD-017	Tercio Medio	Delgado	$g_3u_1d_1$
T10	MD-017	Tercio Medio	Grueso	$g_3u_1d_2$
T11	MD-017	Tercio Superior	Delgado	$g_3u_2d_1$
T12	MD-017	Tercio Superior	Grueso	$g_3u_2d_2$

2.3.2. Distribución de los tratamientos

- N° de tratamientos : 12
- N° de repeticiones/tratamiento : 03
- N° de plantas/tratamiento : 10

- N° de plantas/repetición : 120
- N° total de plantas : 360

2.3.3. Estadística a emplear

a. Diseño Experimental

La distribución de los tratamientos en el campo se realizó en un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 3x2x2 (12 tratamientos) y con 3 repeticiones. Las comparaciones múltiples de medias de los tratamientos se realizaron a través de la Prueba de Tukey, en donde se utilizó el software estadístico InfoStat versión 2011 profesional.

b. Análisis de Varianza (ANAVA)

Se realizó el ANAVA para cada una de las variables dependientes en estudio, en donde los factores: Genotipo (G), Ubicación (U) y Diámetro (D) fueron considerados como efectos fijos, mientras que los bloques o repeticiones son aleatorios. Tabla 3.

TABLA 3. Esquema del Análisis de Varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	Fc	p-value
Bloques	SC_{bloq}	$r-1$	$=2$	SC_{bloq}/GL_{bloq}	$<0.05=*$
Genotipo (G)	SC_G	$g-1$	$=2$	SC_G/GL_G	CM_G/CM_E
Ubicación (U)	SC_U	$u-1$	$=1$	SC_U/GL_U	CM_U/CM_E
Diámetro (D)	SC_D	$d-1$	$=1$	SC_D/GL_D	CM_D/CM_E
G x U	SC_{GU}	$(g-1)(u-1)$	$=2$	SC_{GU}/GL_{GU}	CM_{GU}/CM_E
G x D	SC_{GD}	$(g-1)(d-1)$	$=2$	SC_{GD}/GL_{GD}	CM_{GD}/CM_E
U x D	SC_{UD}	$(u-1)(d-1)$	$=1$	SC_{UD}/GL_{UD}	CM_{UD}/CM_E
G x U x D	SC_{GUD}	$(g-1)(u-1)(d-1)$	$=2$	SC_{GUD}/GL_{GUD}	CM_{GUD}/CM_E
Error	SC_E	$(gud-1)(r-1)$	$=22$	SC_E/GL_E	
TOTAL	SC_{TOTAL}	$gudr-1$	$=35$		

SC=suma de cuadrados, GL=grados de libertad, CM=cuadrado medio, Fc=Fcalculado, p-value=nivel de significación

NO SALE A DOMICILIO

c. Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + U_j + D_l + \alpha_{ij} + \gamma_{ik} + \lambda_{jk} + \delta_{ijk} + \beta_l + \varepsilon_{ijkl}$$

$i = 1 \dots \dots \dots g$, (Genotipo) ($g = 3$) G

$j = 1 \dots \dots \dots u$, (Ubicación) ($u = 2$) U

$k = 1 \dots \dots \dots d$, (Diámetro) ($d = 2$) D

$l = 1 \dots \dots \dots r$, (Bloques o repeticiones) ($r = 3$) β

Donde:

Y_{ijkl} = Respuesta del l -ésimo bloque en el i -ésimo nivel del factor Genotipo promisorio, j -ésimo nivel del factor Ubicación y k -ésimo nivel del factor Diámetro.

μ = Media general.

G_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor Genotipo.

U_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor Ubicación.

D_l = Efecto del l -ésimo nivel del factor Diámetro.

α_{ij} = Efecto de la interacción de los niveles i del factor Genotipo y j del factor Ubicación.

γ_{ik} = Efecto de la interacción de los niveles i del factor Genotipo y k del factor Diámetro.

λ_{jk} = Efecto de la interacción de los niveles j del factor Ubicación y k del factor Diámetro.

δ_{ijk} = Efecto de la interacción de los niveles i del factor Genotipo promisorio, j del factor Ubicación y k del factor Diámetro.

β_l = Efecto del l -ésimo Bloque.

ε_{ijkl} = Error aleatorio asociado a la observación $ijkl$ -ésima.



980

2.3.4. Características del Campo Experimental

N° de Tratamientos	:	12
N° de Unidades experimentales	:	36
Plantas/Unid. Experimental	:	10
Distanciamiento entre plantas	:	0.40 x 0.40 m
Largo del Campo	:	8.0 m
Ancho del Campo	:	7.2 m
Área total del Campo	:	57.6 m ²
N° de Bloques	:	3
Distancia entre bloques	:	1.0 m
Largo del Bloque	:	2.0m
Ancho del Bloque	:	7.2 m
Área del Bloque	:	14.4 m ²
N° de Unidades Experimentales	:	36
Largo de la u.e	:	2.0 m
Ancho de la u.e	:	0.6 m
Área de la u.e	:	1.2 m ²

2.3.5. Técnicas de Muestreo

En el presente estudio se consideraron todas las plantas para la evaluación de las variables dependientes en estudio. Es decir, al existir 36 unidades experimentales distribuidas en los 3 bloques y cada una con 10 plantas, se evaluaron un total de 360 plantas.

2.3.6. Conducción del Experimento

La fase de ejecución del experimento tuvo una duración de 6 meses y consistió en 2 etapas. La primera etapa, consistió en la obtención del material vegetativo a través de la propagación asexual por acodo aéreo, esta primera etapa tuvo una duración de 3 meses.

En la segunda etapa, el material vegetativo obtenido se distribuyó en el campo, según el diseño experimental propuesto (Anexo 6), para luego proceder a las evaluaciones en el tercer mes. El trabajo se inició en el mes de Mayo y finalizó en Noviembre del año 2011. A continuación se detallan las principales labores realizadas durante la conducción del experimento:

a. Selección de genotipos promisorios

El trabajo contempla la utilización de 3 genotipos, que a la vez constituyó uno de los factores en estudio. Los genotipos utilizados para el estudio fueron seleccionados por haber alcanzado la mejor performance en las etapas de caracterización y evaluación en los años de investigación en el INIA, siendo su propagación y difusión de vital importancia para los planes de mejoramiento. (INIA, 2005 citado por Pinedo, 2010). En el Anexo 9, se presenta las principales características fenotípicas que llevaron a seleccionar a los genotipos utilizados.

b. Selección de plantas madres

Las plantas madres que proporcionaron el material para la propagación vegetativa procedieron del Campo Experimental "El Dorado"-Estación

Experimental Agraria "San Roque" perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), donde posee una plantación instalada desde el año 2005 con el fin de evaluar las 5 mejores accesiones de camu camu. Estas plantas a su vez, proceden del Banco de Germoplasma del mismo Instituto, en el que para su propagación se utilizó la técnica del acodo aéreo.

Los criterios para seleccionar las plantas madres fueron los siguientes:

- Plantas vigorosas.
- Ausencia de plagas y/o enfermedades.
- Ausencia de floración (estado de reposo).
- Buena conformación de ramas.
- Plantas uniformes (altura de planta mayor a 2 m).

c. Preparación del sustrato para los acodos aéreos

Antes de la realización de los acodos se realizó la preparación de los sustratos, material con que se cubrió la zona donde se realizó el anillado. Se procedió a remover y amasar el suelo, hasta obtener una masa homogénea, manejable y con textura arcillo-arenosa para facilitar la aprehensión de este a la rama de la planta, facilitar la emisión y crecimiento de las raíces; asimismo el sustrato presentó un alto porcentaje de humedad.

d. Aplicación de la técnica del acodo aéreo

Se realizaron los acodos aéreos en las plantas seleccionadas de acuerdo a los tratamientos en estudio. Para el factor **Ubicación de rama** se

dividió verticalmente a la planta en tercios, tomando los tercios medio y superior para la realización de los acodos. Mientras que para el factor **Diámetro** se midió con el “Vernier digital” las ramas en combinación con el factor anterior, y de acuerdo a las escalas consideradas para este factor (1.5 a 2.0 cm y 2.1 a 2.6 cm).

Los acodos se realizaron de acuerdo a los procedimientos propuestos por Imán y Melchor (2005), luego de haber ubicado cada tratamiento en la planta. Con ayuda de una “cuchilla para injertar” se procedió a desprender la corteza de la rama, formando un anillo completo de aproximadamente 1.5 a 2.0 cm de grosor, teniendo en cuenta la precisión en el corte, luego se desprendió la corteza de la rama, raspando en algunos casos para remover restos de corteza. Rápidamente se procedió a llenar el anillo con el sustrato en el espacio dejado tras el corte, para asegurar que las lesiones estén en contacto permanente con éste, inmediatamente se rodeó al anillo con el sustrato previamente preparado hasta fijarlo en la rama. Luego, se procedió a envolver el sustrato con la bolsa de polipropileno cubriéndolo enteramente. Finalmente se aseguró el acodo amarrando fuertemente a ambos extremos de la bolsa, de modo que impida la pérdida de humedad del sustrato. Cada rama acodada fue marcada según el tratamiento correspondiente. El tamaño de los acodos es de 50 cm de longitud.

e. Inyección de agua

Durante el tiempo en que las plantas permanecieron acodadas, se registraron algunos períodos de poca o nula precipitación, por ello se tuvo

que humedecer el sustrato. A los 30 días de realizados los acodos, se procedió a la inyección de agua, utilizando una jeringa hipodérmica con la que se suministró 20 mL de agua por cada acodo, efectuándolo desde la parte superior para asegurar la distribución homogénea del agua. Esta labor se realizó 4 veces, antes de la separación de las ramas enraizadas de las plantas madres.

f. Verificación del enraizamiento

A partir del segundo mes de realizado los acodos aéreos, se realizaron observaciones continuas a los acodos para verificar el número de plantas con enraizamiento visible.

g. Separación de las ramas enraizadas de las plantas madres

La separación de las ramas enraizadas, se realizó a través de 2 cortes utilizando un serrucho curvo, dejando la rama con una medida de 50 cm de longitud, de los cuales 30 cm pertenecen al tallo, 15 cm al sustrato y 5 cm la porción por debajo del sustrato. Una vez separado de la planta madre, se procedió a cortar todos los brotes y hojas de la rama enraizada, dejando el sustrato con la envoltura intacta para su posterior trasplante al Campo Experimental.

h. Limpieza y delimitación del área del Campo Experimental

Consistió en la realización de labores como el desmalezado, destocoado y shunteo de la maleza, para luego proceder a la

delimitación del área del Campo Experimental, según lo establecido en el Croquis del experimento (Anexo 6).

i. Transporte de las ramas enraizadas al Campo Experimental

Para el transporte de las ramas enraizadas al Campo Experimental "San Miguel" se dispuso en número de 20 por cada jaba plástica, para evitar dañar el sustrato o maltratar las raíces.

j. Hoyado para el trasplante de ramas enraizadas al Campo Experimental

Con ayuda del cavador se realizaron hoyos de 25 cm de profundidad, considerando un distanciamiento de 0.40 x 0.40 m, de acuerdo al Croquis del experimento (Anexo 6).

k. Trasplante de las ramas enraizadas en el Campo Experimental

Las ramas enraizadas se trasplantaron según el Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar. La profundidad de trasplante fue de 25 cm, retirando las bolsas que envuelven al sustrato y evitando el rompimiento de raíces.

l. Deshierbos

Cuando las plantas acodadas fueron trasladadas al Campo Experimental "San Miguel" se observó una fuerte incidencia de malezas, por lo que se estableció un régimen quincenal de deshierbos para mantener la

plantación libre de malezas y evitar que éstas retrasen el desarrollo fisiológico de las plantas de camu camu.

m. Riegos

Esta labor se efectuó al momento del trasplante de los acodos al Campo Experimental para mantener la humedad adecuada, evitar la deshidratación de raíces e impedir condiciones de estrés hídrico. Asimismo, esta labor se realizó en períodos de ausencia de lluvias.

n. Muestreo de suelo

Se realizó la extracción de muestras de suelos del área del experimento para su análisis de caracterización (Anexo 8). Para la toma de muestra se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Se eliminaron las malezas y se limpió la superficie del terreno.
- Profundidad de muestreo: 0-20 cm.
- Las muestras se tomaron siguiendo el método de zigzag.

2.3.7. Evaluaciones Realizadas

a. Evaluación de la Brotación

Para las evaluaciones de estas variables se consideraron todas las plantas instaladas en el Campo Experimental; es decir, para cada tratamiento se evaluaron 30 plantas. Las variables evaluadas fueron: Número de brotes, Longitud de brotes y Número de hojas/brote. A continuación se detallan los criterios tomados para evaluar cada una.

a.1. Número de brotes

Para la evaluación de esta variable se consideró en el conteo, aquellos brotes que presentaron por lo menos una hoja desarrollada, expresando los resultados en números naturales. Se realizaron evaluaciones mensuales, contando con un total de 3 evaluaciones.

a.2. Longitud de brote

Para la evaluación de esta variable se midió cada uno de los brotes encontrados en la planta, para luego obtener el promedio de longitud de los brotes. Para medir esta variable se consideró desde la base hasta la parte final del brote. Los resultados se expresaron en centímetros. Se realizaron evaluaciones mensuales, contando un total de 3 evaluaciones.

a.3. Número de hojas/brote

Esta variable se midió contando todas las hojas que presentó cada brote. Se descartaron aquellas hojas con desarrollo incompleto. Al igual que las anteriores variables, se consideró 3 evaluaciones.

b. Evaluación del Enraizamiento

Las evaluaciones de estas variables se hicieron a los 3 meses de haber trasplantado las ramas enraizadas al Campo Experimental. Para ello fue necesario sacar las plantas con ayuda de una pala, evitando el rompimiento de raíces.

Antes de realizar la medición de las variables, se procedió a lavar las raíces con abundante agua, quedando libres de tierra, facilitando el conteo y medición de éstas.

b.1. Número de raíces

Se contó cada raíz que emergió directamente del corte del acodo, descartando de la evaluación a las raíces secundarias.

b.2. Longitud de raíces principales

Para medir esta variable se tuvo como criterio medir desde la base hasta la parte final de la raíz. Los resultados se expresan en centímetros.

CAPÍTULO III

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Marco Teórico

3.1.1. Generalidades y clasificación taxonómica del camu camu

El “camu camu” *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, pertenece a la familia Myrtaceae, es un frutal arbustivo silvestre de la Amazonía, el cual crece en las riberas inundables de los ríos y las cochas de aguas oscuras y puede permanecer sumergido durante cuatro o cinco meses (Peters y Vásquez, 1986).

Pinedo *et al.* (2004) nos proporcionan la clasificación taxonómica de esta especie:

Tipo	: Fanerógamas
Subtipo	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledóneas
Orden	: Myrtales
Familia	: Myrtaceae
Género	: Myrciaria
Especie	: <i>dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh
Nombres	: camu camu (Perú), guayabito (Venezuela), caçari, arazá de agua y crista de galo (Brasil).

3.1.2. Origen y distribución geográfica de la especie

Vásquez (2000) menciona que al parecer el centro de origen de esta especie, se encuentra ubicado en los lagos Sahuá y Supay, afluentes del río Ucayali, cercano a la localidad de Jenaro Herrera. En dichas cochas, se han encontrado áreas de aproximadamente 120 hectáreas; sin embargo estudios hechos por Pinedo *et al.* (2010) muestran que en dichas cochas existe una reducción drástica de la población, hasta en un 50% en los últimos 32 años, ya que en la actualidad se cuenta con 61.04 ha. Mientras que Villachica (1996), señala que el camu camu crece de manera natural en las orillas de los ríos, cochas y cursos menores de agua en la Amazonía; teniendo la mayor concentración de poblaciones y de diversidad en la Amazonía Peruana. Esto coincide con las colecciones de germoplasma realizadas por el INIA, en donde se registró que las mayores concentraciones de poblaciones naturales se encuentran en los ríos Amazonas y Ucayali (entre las localidades de Pucallpa e Iquitos), en el curso inferior del río Marañón (cerca de su confluencia con el río Ucayali) y del Napo (cerca de su unión con el Amazonas), así como sus afluentes y lagos de aguas oscuras. La concentración de poblaciones naturales de camu camu tiende a disminuir en el curso del río Amazonas del Perú hacia el Brasil.

Pinedo *et al.* (2004) señalan que una notable concentración de la diversidad de esta especie fue observada en la Amazonía peruana y brasileña; algunos informes revelan la existencia de poblaciones naturales en la Amazonía colombiana (río Putumayo e Inirida) y en Venezuela (ríos Orinoco, Caciqueare, Oreda, Pargueni y Caura). En el Perú ha sido reportado en las cuencas de los ríos Nanay, Napo, Ucayali, Marañón, Tigre, Tapiche, Yarapa,

Tahuayo, Pintuyacu, Itaya, Ampiyacu, Manítí, Oroza, Putumayo, Yavarí y Curaray, todas ubicadas en el Departamento de Loreto. 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. Por su parte, Flores (1997) manifiesta que esta especie es nativa de la cuenca del Amazonas Occidental, distribuida ampliamente en la Amazonía continental en Perú, Colombia, Brasil y Venezuela.

3.1.3. Características botánicas

Doster *et al.* (2009) mencionan que el camu camu es un arbusto alto o un árbol pequeño siempre verde, de 3 a 8 m de altura. El tronco es liso, tiene un diámetro de 10 a 15 cm y es muy ramificado, con renuevos basales que se desarrollan profusamente; las ramas son delgadas y levemente péndulas. El tronco forma una corteza color café claro a grisácea, la que regularmente se desprende en capas delgadas. Según Imán (2004) esta especie presenta tres tipos de arquitectura: Tipo columnar u ortotrópica, con poca o nula ramificación; Tipo Intermedia, cuya característica principal es presentar una base de tallo y la ramificación a partir de 50 a 70 cm; y el tipo Cónica o plagiotrópica que es la que tiene ramificación basal a partir del cuello de la planta; identificándose esta última como la mejor por brindar una mayor cantidad de ramas fruteras y obtener los más altos rendimientos en todos los pisos fisiográficos.

En cuanto a las hojas, Pinedo *et al.* (2004) mencionan que éstas son lanceoladas o elípticas, 5-9 x 2.5-4 cm, ápice agudo, base cuneada, glabras en ambas caras; vena media plana en el haz, venas secundarias

numerosas, más o menos cladodromas, conspicuamente oblicuas a la vena media, ligeramente planas o inmersas en el envés. Imán (2004) reporta que es una planta siempre verde, variando el color de las hojas de acuerdo con la edad de las mismas. Las hojas jóvenes son de color marrón claro, verde oscuro cuando son jóvenes y verde claro cuando son adultas (etapa reproductiva).

Imán (2004) menciona que los botones florales nacen de las yemas de fruto (axila de las hojas) y en una misma yema pueden encontrarse de 1 a 25 botones florales, de los cuales en el mejor de los casos tres frutos llegan a la maduración y cosecha. Investigaciones hechas por Doster *et al.* (2009) reportan que las inflorescencias axilares tienen normalmente 4 flores hermafroditas en dos pares opuestos en el eje de la inflorescencia, que es de 1.0-1.5 mm de largo; las brácteas y bractéolas son persistentes. Picón y Acosta (2000), indican que el camu camu inicia su floración a los 2.5 a 3 años de plantado en campo definitivo. Los botones florales aparecen agrupados en un eje floral principal y una misma yema floral puede sostener desde 1 hasta más de 20 botones. Las flores son perfectas o completas, por su sistema reproductivo son hermafroditas y por su sistema de apareamiento son alógamas (xenogamia), además de cierto grado de alogamia por geitonogamia. El cáliz tiene 4 sépalos de color verde, la corola 4 pétalos de color blanco que luego de la fecundación se tornan de color marrón; androceo con aproximadamente 125 estambres y un gineceo cuyo estigma se ubica en un plano superior al que ocupan los estambres (hercogamia-monomorfismo longistilico). También presentan dicogamia por protoginia; es decir, primero aparece el gineceo, luego el androceo. La

hercogamia y la dicogamia son condiciones de incompatibilidad (Imán, 2007). Al respecto Vásquez (2000) realizó una investigación en la que encontró que la polinización por alogamia asciende al 91%, afirmando que esta especie presenta alogamia facultativa y no obligatoria, y no tiene mecanismos de incompatibilidad genética.

3.1.4. Condiciones agroclimáticas

Vásquez (2000) sostiene que el camu camu en su medio natural es una planta hidrófila, pues guarda una interrelación entre el agua-suelo y la incidencia de luz que juega un papel importante. Esto hace que la planta permanezca bajo agua entre 4 a 6 meses, tiempo en que se mantiene en un estado de letargo.

Doster *et al.* (2009) mencionan que esta especie se encuentra sólo en territorios con más de 1500 mm de precipitación anual y temperaturas sobre 20°C. Una altitud de más de 200-300 msnm parece ser el límite superior para la distribución natural de la especie. Por otro lado Calzada (1980), sustenta que el camu camu crece en un rango de temperatura máxima mensual entre 28 y 35 °C, una mínima mensual de 17 a 22 °C y un promedio mensual que está entre 22 y 28 °C. Con precipitación pluvial aproximadamente de 2800 mm al año, una mínima mensual de 140 mm, una máxima mensual de 300 mm y una humedad relativa entre 78 y 82% durante el año. Vásquez (2000) reporta que aún cuando no se encuentra en estado silvestre con temperaturas medias entre 22 y 25° C, se ha notado su buena adaptación a condiciones en la zona de Moyobamba, Perú. Se desconoce el límite inferior de temperatura en el que la planta podría

desarrollarse adecuadamente, aunque de manera preliminar se puede indicar que la temperatura mínima debería estar sobre 18 °C, que es lo que, normalmente, se observa en las zonas donde se está evaluando su adaptación en el Perú.

En cuanto al suelo, Flores (1997) manifiesta que esta especie prospera en terrenos inundables con suelos aluviales fértiles. Se adapta bien en terrenos no inundables, alfisoles e inceptisoles de mediana fertilidad, y relativamente bien, en oxisoles y ultisoles ácidos de pH 4 – 4.5. Por su parte IIAP (1997) señala que los suelos deben ser de textura franco limoso a franco arcilloso, con drenaje moderado a bueno, un pH de 6.0 a 7.0, una CIC mayor de 10 meq/100 g de suelo y un porcentaje de saturación de bases mayor de 35. Recientes investigaciones hechas por Pinedo *et al.* (2010) mencionan que los lugares propicios para el establecimiento de estas plantas son los suelos aluviales de los ríos de agua blanca, por poseer una fertilidad natural apoyada con los aportes anuales de nutrientes durante la creciente, asegurando una producción abundante y sostenible. Asimismo, el mismo autor afirma que en el piso fisiográfico de restinga baja existe un punto de equilibrio en el que los factores sociales, ecológicos y económicos brindan las condiciones adecuadas para el desarrollo de esta especie.

3.1.5. Fenología

Vásquez (2000) afirma que en el desarrollo fenológico del camu camu en plantaciones difiere al de su hábitat natural. En su hábitat natural se distingue estas fases:

Fase de letargo: La planta permanece bajo agua entre 4 a 6 meses, dependiendo de la intensidad de la crecida de los ríos amazónicos. En este tiempo las hojas caen y solamente queda el tallo y las ramas. Los meses que normalmente se encuentra bajo agua comprenden desde Enero a Mayo y eventualmente Junio.

Desarrollo de yemas foliares: Al iniciarse la vaciante de los ríos, la planta va apareciendo paulatinamente en forma defoliada, al contacto con la luz, aparecen los primeros brotes folíferos. Este período abarca aproximadamente 4 meses: Agosto, Setiembre, Octubre y Noviembre.

Fase de floración: Inicia cuando la planta termina de brotar todas sus hojas, que corresponde a los meses de Octubre a Diciembre eventualmente hasta Enero.

Fase de fructificación: Normalmente se inicia con la aparición de los primeros brotes floríferos a manera de una cabeza de alfiler y luego viene el proceso mismo de la maduración que demora aproximadamente 56 días.

Mientras que en plantaciones, el mismo autor menciona las siguientes fases:

Fase de latencia de la semilla: Comienza cuando la semilla es depositada en el sustrato para su germinación y abarca un período de 7 a 30 días en condiciones normales, esto es, con riegos frecuentes y con sombra adecuada; la semilla germina a partir de los 19 días y se prolonga hasta los 90 días. Sin embargo, cuando la semilla se mantiene en agua por un tiempo determinado, la germinación se acelera.

Fase de germinación y crecimiento: Comienza con la aparición de la radícula y luego la emisión del talluelo. La producción de yemas folíferas es muy pobre. Termina a los 9 meses, hasta este tiempo la planta no experimenta cambios significativos.

Fase de desarrollo y producción de yemas folíferas: Es a partir de los 9 meses. En esta fase, la planta incrementa notablemente su desarrollo y termina a los 18 meses, pues a esta edad se da inicio a la floración de muchas de ellas. Al término de esta fase, la planta posee una altura de aproximadamente 2 m.

Fase de floración y de fructificación: La floración se inicia en una proporción mínima de planta, aproximadamente a los 18 meses. Normalmente esta fase no está sincronizada en todos los individuos, comienza por lo general en las ramas superiores y no es raro encontrar flores axilares y caulíferas. La floración se uniformiza a partir del tercer año, llegando a un 90%. La fructificación en esta edad es pobre, variando desde los 50 g hasta los 250 g por planta.

Pinedo *et al.* (2004) reportan que en las poblaciones naturales, la floración se realiza entre los meses de Setiembre a Octubre y la fructificación entre Diciembre y Febrero, dependiendo de la localidad. Mientras que en plantaciones hechas en zonas aluviales, presenta dos picos de floración al año: el primero entre Setiembre y Octubre, y el segundo entre Marzo y Abril, dando luego de 2 a 3 meses más tarde, la fructificación correspondiente. Doster *et al.* (2009) mencionan que esta especie produce sus flores en ciclos anuales. El período de floración comienza mayoritariamente en la fase

no inundada. La producción de flores continúa durante las subidas y finaliza al comienzo del período de inundación en la región. Mientras más tarde se alcanza el punto máximo de inundación, también es más largo el período de producción de frutos. Estudios realizados por Inga *et al.* (2001), mencionan que el ciclo total de la fenología reproductiva del camu camu ocurre en 77 días, la floración dura 15 días y 62 corresponden a la formación y maduración del fruto; se afirma también que la fertilidad efectiva de las flores que logran producir frutos maduros es del 27%.

Imán (2011) menciona que el color de los frutos varía con el estado de maduración (cambio en la coloración de la cáscara), así se clasifican en verdes, aquellos que han alcanzado menos del 25% de coloración rojiza; píntones, de 25 a 75% de coloración rojiza y maduros 100% de coloración rojiza.

3.1.6. Variabilidad Genética

En América tropical se han identificado y descrito varias especies cultivadas y silvestres del género *Myrciaria*, tal diversidad se encuentra predominante en Brasil (Mendoza *et al.*, 2001 citado por Pinedo *et al.*, 2004). En la región Ucayali no se han encontrado poblaciones naturales de *Myrciaria dubia*, pero sí de la especie arbórea, *Myrciaria floribunda*; ésta última se encuentra en menor proporción en la región Loreto donde existen áreas en las que cohabita con *Myrciaria dubia*. Las observaciones hechas por Vásquez (2000) han señalado que ambas especies poseen abundante variación, agrupándose en los tipos: camu camu arbusto hoja ancha (tres tipos de arquitectura del tallo) y camu camu arbusto hoja chica.

Evaluaciones hechas por Imán (2004), establecen que los Bancos de germoplasma de camu camu proceden de 23 poblaciones situadas en localidades bajo la influencia de los ríos Ucayali, Tapiche, Yarapa, Nanay, Itaya, Ampiyacu, Apayacu, Oroza, Napo, Tahuayo y Amazonas, todos localizados en el departamento de Loreto. Esta caracterización permitió la identificación de cinco ecotipos, con rendimientos de frutos diferenciados.

Por su parte Pinedo *et al.* (2004), reportan que la variabilidad en *Myrciaria dubia* está expresada por diferentes rasgos, talos como color y forma de las hojas, tamaño de fruto, espesor de la cáscara, número de semillas, contenido de ácido ascórbico, precocidad, etc. Inclusive este autor señala que se han encontrado plantas enanas, frutos de color amarillo, tipos con periodo de cosecha atípica y de altos y estables rendimientos. Parte de esta variabilidad ha sido colectada en Iquitos, en el Centro Experimental San Miguel, donde se cuenta con diez colecciones de diferentes edades, procedentes de las cuencas Ucayali, Tigre, Tahuayo, Itaya, Napo, Curaray, Putumayo, Nanay, Mazán y Yavarí, colectadas entre los años 2001-2010, de las cuales siete proceden de poblaciones naturales y tres son material promisorio de plantaciones (Pinedo *et al.*, 2010); el mismo autor menciona que en el Banco de Germoplasma del INIA-Iquitos se efectuó la selección de diez accesiones promisorias, por características adaptativas y de valor (rendimiento y contenido de ácido ascórbico) de las cuales por rendimiento de fruto destacan las accesiones MD-015 y MD-017 con 37.97 y 36.52 kg fruto/planta respectivamente; en cuanto al contenido de ácido ascórbico las accesiones MD-015 y MD-001 muestran predominancia con 2568 y 2322 mg/100 g de pulpa respectivamente.

3.1.7. Propagación

Existen dos tipos básicos de propagación: sexual y asexual. La sexual implica la unión de células sexuales masculinas y femeninas, la formación de semillas y la creación de individuos con nuevo genotipo (Vásquez, 2000). Mientras que la propagación asexual es posible porque la división celular (mitosis), ocurre durante el crecimiento y regeneración. Según Hartmann y Kester (1998) la mitosis constituye la base del crecimiento vegetativo normal de la regeneración y cicatrización de heridas, permitiendo las prácticas de propagación vegetativa por estacas, acodos e injertos.

a. Propagación sexual en camu camu

Pinedo *et al.* (2001) mencionan que la propagación sexual es el método mayoritario para obtener plántones, que demanda menor inversión económica y está fundamentado en la amplia disponibilidad de semillas en comparación con las yemas u otro material vegetativo.

Vásquez (2000) reporta que la propagación sexual se inicia con la formación de los botones florales. Estos botones pasan por un proceso de desarrollo hasta llegar al estado de flor, en donde ésta permanece abierta por tres horas, por lo general en las mañanas, y luego se marchita hacia el mediodía, lapso en el que la flor debe ser polinizada. El mismo autor reporta que a la primera floración, el porcentaje de cuaje (flores polinizadas y fertilizadas) alcanza en promedio un 37.4% y luego después el porcentaje de maduración alcanza en promedio un 37.8%. Existiendo un 62.6% de flores que se pierden por razones aún desconocidas.

Doster *et al.* (2009) mencionan que el camu camu se propaga en forma convencional y sin ningún problema por semilla botánica; bajo esta forma se tiene la ventaja de tener disponibilidad de semillas para la producción de plántones en forma masiva, pero ocasiona la desventaja de producir plantaciones no uniformes (genéticamente) producto de la alogamia que presenta la planta. Esta alogamia es confirmada por Peters y Vásquez (1986) quienes reportan que pese a tener flores hermafroditas, el camu camu es una especie alógama facultativa con algo más de 90 % de alogamia y 10% de autogamia. En consecuencia, las plantas francas presentarán una población con alto contenido genético heterocigótico y una pequeña porción homocigota, expresándose en una alta heterogeneidad en las plantaciones.

b. Propagación asexual o vegetativa en camu camu

El camu camu al presentar un sistema de reproducción predominantemente alógamo, la propagación asexual representa el único medio para mantener el valor agronómico de la planta, a través de la perpetuación de sus caracteres.

Hartmann y Kester (1998) mencionan que la propagación vegetativa se utiliza para producir una planta que posea el mismo genotipo que la planta madre (planta donadora) y esto es posible porque todas las células poseen la información necesaria y/o suficiente para producir la planta entera. 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). En teoría, cualquier parte de una planta

puede dar origen a otra 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 forman parte de meristemos primarios y secundarios que pueden encontrarse en todos los órganos de las plantas (Rojas *et al.*, 2004). Esta formación se basa en las células de la planta contienen toda la información genética necesaria para la perpetuación de la especie (totipotencialidad) y la capacidad de células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo (desdiferenciación). Además las células somáticas y, por consecuencia los tejidos, presentan la capacidad de regeneración de órganos adventicios (Fachinello *et al.*, 1994).

Rojas *et al.* (2004) menciona que 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.

b.1. Ventajas de la propagación vegetativa

Fachinello *et al.* (1994) menciona que la propagación vegetativa proporciona muchas ventajas en cuanto a su utilización en fruticultura, ya que permite la formación de un clon, o sea de plantas con carga genética uniforme y con idénticas necesidades

climáticas, edáficas, nutricionales y de manejo, uniformizando así la fenología del monte frutal. Además hace posible la reducción de la fase juvenil, una vez que la propagación vegetativa mantenga la capacidad de floración pre-existente en la planta madre, reduciendo de este modo el período improductivo de la planta.

A grandes rasgos Rojas *et al.* (2004) menciona los objetivos que se puede cumplir a través de la propagación vegetativa:

- Valorar genéticamente material vegetal, incluyendo estudios de interacción genotipo-ambiente, manifestaciones juveniles y maduras de una misma característica, etc.
- 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.). Estas características se pueden “perder” por el cruzamiento genético en la propagación sexual.
- Ser más eficiente cuando la reproducción sexual no es el método más viable o eficaz.

- Propagar especies que sus semillas presentan problemas de germinación o de almacenamiento o que son de ciclo reproductivo largo.
- Aprovechar las características genéticas favorables de dos plantas en una sola planta (injertos).
- Manejar las diferentes fases del desarrollo de las plantas.
- Obtener plantaciones uniformes o la producción de un determinado número de individuos con identidad genética.

b.2. Desventajas de la reproducción vegetativa

Con respecto a las desventajas de la reproducción vegetativa Fachinello *et al.* (1994) mencionan que ésta presenta ciertos inconvenientes, como: posibilitar la transmisión de enfermedades, especialmente las causadas por virus y bacterias. El material utilizado en la propagación vegetativa (estacas, ramas, yemas), constituido de tejido somático, puede ser infectado por estos patógenos a través de vectores o por el uso de herramientas. A su vez, el uso prolongado de las mismas plantas matrices aumentaría el riesgo de propagar enfermedades. Los patógenos asociados a la propagación vegetativa incluyen a hongos (*Phytophthora* spp, *Pythium* spp, *Rizoctonia* spp.), bacterias (*Erwinia* spp, *Pseudomonas* spp. y *Agrobacterium tumefaciens*), virus, micoplasmas, viroides y organismos tipo Rickettsia, etc. Por su parte Rojas *et al.* (2004) mencionan también que existe una estrechez genética de las poblaciones propagadas lo cual se convierte en un

problema, pues este tipo de reproducción no permite la recombinación genética que favorece la evolución y adaptación de las especies. En caso de implementarse masivamente este método, debe ser una norma, la búsqueda constante de clones élite con características deseables pero provenientes de diferentes ambientes, que permitan llevar a su vez la variabilidad genética de sus sitios de origen.

b.3. Acodo Aéreo

El acodado es un método de propagación en el cual se provoca la formación de raíces adventicias a un tallo que está todavía adherido a la planta madre. Luego, el tallo enraizado, se separa para convertirlo en una nueva planta que crece sobre sus propias raíces (Hartmann y Kester, 1998).

Imán y Melchor (2005) mencionan que la propagación vegetativa por acodo aéreo, es utilizada para lograr enraizar especies vegetales arbóreas o arbustivas que tienen dificultad de enraizamiento. Hartmann y Kester (1998) mencionan que esta técnica se utiliza con frecuencia al propagar especies que no producen raíces o las producen con gran dificultad, siendo éste el caso del camu camu. Por su parte, Fachinello *et al.* (1994), afirman que la ventaja principal del acodado es el éxito con que las plantas se enraizan por este método. Muchos clones que no enraízan fácilmente por estaca pueden enraizar por acodo, permitiendo establecer la planta sobre sus propias raíces.

El principio del acodo es el de colocar una parte del vegetal en condiciones favorables para que emita y desarrolle raíces, es un método fácil, sencillo y seguro de propagación, con el cual se estimula la emisión de raíces en ramas o brotes antes de separarlas de la planta madre. Las raíces que se producen en un acodo tienen el mismo origen que las provenientes de las estacas, se formarán ya sea a partir de meristemos existentes, donde va a tener lugar una actividad inicial y a continuación una dediferenciación celular que conducirá a una reorganización o a partir de los islotes meristemáticos, donde las células se van a diferenciar y dar nacimiento a un meristemo radical y entonces las raíces se podrán desarrollar (Rojas *et al.*, 2004).

Para estimular el enraizamiento de los acodos, existen diferentes tratamientos aplicados al tallo: la realización de heridas, estrangulamiento o la eliminación de un anillo de la corteza de las ramas (anillado). Con la utilización de translocación acrópeta y basípeta de los compuestos orgánicos, carbohidratos, auxinas y otros factores del crecimiento, que se mueven a través del floema, lo cual favorece el enraizamiento de la rama que se encuentra unida a la planta (Ramírez y Urdaneta, 2004). Esto coincide con lo encontrado con Lindorf (1998), quien afirma que los tratamientos aplicados al tallo ocasionan una interrupción hacia abajo de materiales orgánicos, carbohidratos, hormonas y otros que se acumularán cerca del punto de tratamiento, efectuándose consecuentemente el enraizamiento en esa zona cuando la rama

está unida a la planta madre. No obstante, de acuerdo con Hartmann y Kester (1998) la ausencia de luz en la zona donde se formarán las raíces, la aplicación de reguladores del crecimiento tipo auxinas: ácido indolbutírico (AIB) y naftalenacético (ANA) y la utilización de un sustrato que suministre humedad continua y temperatura moderada, son otros factores que favorecen el enraizamiento. Los períodos prolongados de sequía y los suelos compactos y pesados dificultan el desarrollo de las raíces, en especial en las etapas iniciales del enraizamiento. Estas condiciones se proporcionan mejor por un medio de enraíce tal, como una mezcla de tierra ligera y de aserrín (Fachinello *et al.*, 1994).

Las plantas generadas a partir de acodos empiezan a florecer y fructificar en el primer año de vida. Además, la formación de clones representa un mecanismo para su reproducción en ambientes que permiten sólo periódicamente la germinación de las semillas, permitiendo mantener el potencial genético de los progenitores (Curtis *et al.*, 2000). Por otro lado, se señala que algunas plantas propagadas a través de acodos aéreos necesitan más de una estación de crecimiento para formar un buen sistema de raíces y que a través de estacas es imposible su reproducción, por lo que el método del acodo es preferido (Ryugo, 1993 citado por Benítez *et al.*, 2002). Fachinello *et al.* (1994) mencionan que en algunos casos se puede producir una planta más grande en un tiempo más corto que si se hiciera por estaca u otras técnicas. Sin embargo, como a

medida que aumenta el tamaño del acodo el trasplante se vuelve más difícil, se necesitan tomar precauciones especiales para tener éxito en el establecimiento de plantas grandes en sus propias raíces.

Con respecto al genotipo utilizado para el acodo aéreo, Hartmann y Kester (1998) mencionan que la formación de las raíces adventicias puede depender también de ciertos factores inherentes no translocables, determinados por el genotipo de las células individuales del tejido. Es probable que para establecer condiciones que favorezcan la iniciación de raíces existan interacciones entre ciertos factores fijos o no-móviles situados dentro de las células, tal vez ciertas enzimas y nutrientes fácilmente conducibles, y factores endógenos del enraizamiento. Asimismo, estos autores mencionan que los acodos tomados en la fase de desarrollo juvenil del crecimiento, como se encuentran en las plantas jóvenes, forman con frecuencia nuevas raíces con mayor facilidad que aquellas tomadas de plantas que están en la fase adulta de su desarrollo, ya sean procedentes de semilla o propagadas vegetativamente.

Con respecto a la ubicación de la rama, es importante recordar que, las porciones basales de las ramas tendrán el equilibrio de bajo contenido de nitrógeno y alto contenido de carbohidratos, favorable para el buen enraizamiento. Pero, para que pueda efectuarse la iniciación de las raíces, el nitrógeno es necesario para la síntesis de ácidos nucleicos y de las proteínas (Hartmann y Kester, 1998). Por lo tanto, es recomendable extraer estacas o realizar los acodos de

la base de las plantas, ya que presentan tejidos más juveniles, que mostrarán mejores condiciones para enraizar. Por otra parte, cualquier tratamiento que mantenga la fase juvenil de crecimiento será de valor para prevenir la declinación del potencial de enraizamiento a medida que envejecan las plantas madres (Hartmann y Kester, 1998). Esto coincide con los estudios de Álvarez (1996) que menciona que el hecho de que las ramas cercanas al sistema radicular conservan la juvenilidad, ha sido, desde hace tiempo, considerado y aprovechado, a través de prácticas, como la del acodo en cepada, la utilización de raigones en especies como el manzano, ciruelo y cerezo; a la poda severa en setos para abastecimiento de estacas. Existe una gradiente de juvenilidad fisiológica desde la copa hacia la base del árbol y por lo tanto, los rebrotes, más basales serán los más juveniles (Mesén, 1998). Este hecho puede explicarse porque en la composición química de las ramas hay marcadas diferencias de la base a la punta. En las estacas tomadas de distintas partes de las ramas en ocasiones se observa variabilidad en la producción de raíces y en muchos casos el mayor porcentaje de enraíce se obtiene en estacas procedentes de la porción basal de la rama (Hartmann y Kester, 1998). Sin embargo, los mismos autores han encontrado que muchas veces la ubicación apical de la rama presenta mejores resultados en cuanto al enraizamiento, lo cual podría explicarse por la posibilidad de que en el ápice se encuentre una mayor concentración de sustancias endógenas promotoras del

enraizamiento ya que las mismas se originan en las secciones apicales (yemas apicales). También, las estacas apicales son más jóvenes y en consecuencia, hay más células capaces de volverse meristemáticas. En las especies que enraízan fácilmente, este factor es de poca importancia, cualquiera sea la posición de la estaca en la rama.

Con respecto al diámetro de rama, Veierskov y Andersen (1982) citado por Moreira *et al.* (2003) mencionan que existe una mayor tendencia de las ramas gruesas a enraizar, explicado por un mayor contenido de carbohidratos que contribuyen en las fases iniciales del establecimiento de la planta. Según Hartmann y Kester (1998) el mayor contenido de carbohidratos puede determinarse a través de la macidez del tallo, aquellos que son indeseablemente pobres en carbohidratos están suaves y flexibles, en tanto que los ricos en carbohidratos son macizos y rígidos y se rompen tronándose antes de doblarse, estos por lo general corresponden a ramas gruesas.

3.2. Trabajos relacionados al tema de investigación

Debido a las ventajas de la propagación asexual, son numerosos los trabajos efectuados en *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, principalmente a través de estacas, injertos y acodos. En la propagación vegetativa de esta especie, se ha desarrollado el método de injertación por astillas. Enciso (1992), obtuvo prendimientos de 83.3%. Sin embargo, el método no es el más adecuado cuando deseamos incursionar en el mejoramiento genético por la influencia del «patrón» sobre la calidad genética o la expresión fenotípica del «injerto yema».

Villacr ez (1983) experiment  con estacas de diferentes diámetros (1.0, 1.5 y 2.0 cm) y sometidas a distintos enraizantes que contienen  cido Indolbutírico (Stim Root N  1, Stim Root N  2 y Cycocel 500), concluyendo que no existen efectos del producto sobre la formación de raíces, ni tampoco del diámetro de estacas, puestos que los resultados fueron nulos en la formación de nuevas plantas.

Asimismo, Mathews (2005) utilizó dosis de  cido Indolbutírico (0 y 200 ppm) y longitudes de estacas (5, 10 y 20 cm), en donde se evidenció la fuerte influencia del enraizante al obtener con el tratamiento 5 (20 cm, con 200 ppm de AIB) un 50.67% de enraizamiento, al mismo tiempo plantas superiores tanto en su conformación como estado sanitario. Por otro lado, el tamaño de las estacas influyó sobre el enraizamiento y la brotación, encontrando mayor número de estacas enraizadas y sin hojas, conforme disminuye el tamaño, debido a la competencia de nutrientes entre la raíz y los brotes.

Estudios con estacas fueron hechos por Vásquez (2000), utilizando diferentes dosis de Cicocel (2, 4 y 6 cc en 1 litro de agua) a diferentes tiempos de sumersión (1, 6, 12 y 24 horas) en donde la variable dosis no tuvo diferencia significativa, encontrando el mayor número de estacas enraizadas con el tiempo de sumersión de 24 horas, indicando que el camu camu cuanto más tiempo se encuentre bajo el agua tiene más probabilidades de enraizar. El mismo autor experiment  con distintos diámetros de estacas (0.5, 2 y 2.5 cm), en donde las estacas mayores de 2.5 cm de diámetro emitieron yemas de hojas en un 100% pero sólo el 20% enraizaron, los demás tratamientos obtuvieron resultados inferiores. Concluyendo que a medida que el diámetro de estacas aumenta existen mayores probabilidades de enraizamiento.

En la Estación Experimental del IIAP Ucayali, Oliva y López (2005), realizaron un ensayo con Ácido Naftalénico (ANA) utilizando dosis de 0, 100, 200 y 300 ppm y dos tiempos de inmersión (30 y 60 minutos), en donde el mayor porcentaje de enraizamiento (24.47%) se obtuvo con la combinación de 200 ppm de ANA y 30 minutos de inmersión. Asimismo se encontraron diferencias significativas entre dosis de ANA, para 100 ppm de ANA con 15.57% en enraizamiento y 65.56% en formación de callos en el tratamiento 0 ppm de ANA; no se encontraron diferencias entre tiempos de inmersión.

Arévalo (2003), evaluó dos tipos de riego (manual y automático), estacas de los tercios de la planta (basal, central y apical) con diferentes diámetros (gruesos, medianos y delgados), en donde encontró superioridad estadística en las posiciones basales (60.63% de enraizamiento) y en los diámetros gruesos (48.23% de enraizamiento). Los tratamientos Manual-Basal-Grueso (68.18%), Manual-Basal-Mediano (62.81%), Manual-Basal-Delgado (55.58%), Manual-Central-Grueso (45.28%) y Manual-Central-Mediano (39.59%), obtuvieron los más altos porcentajes de enraizamiento.

En el Campo Experimental "Muyuy" del INIA, Imán y Melchor (2005) realizaron ensayos de propagación vegetativa a través de acodos aéreos, utilizando cinco tipos de acodos (anillo completo, alterno, por puente, por falda y por estrangulamiento) y tres tipos de envoltura plástica (color negro y textura gruesa, color negro y textura delgada, transparente y textura delgada), observando que los mayores porcentajes de enraizamiento (100%) se obtuvieron al utilizar el anillo completo y con envoltura de plástico transparente de textura delgada. Contrario a esto, no se produjo enraizamiento para los acodos en los 5 tipos, cuando se utilizó plástico de color negro de textura gruesa; esto demuestra que

el camu camu responde en forma contraria a lo que ocurre con otras especies, que necesitan ser cubiertas con plásticos de color negro para dar las condiciones de oscuridad como lo que ocurre en forma natural.

3.3. Marco Conceptual

Accesión: Muestra representativa de germoplasma de un individuo o de varios individuos de una población. En general, es cualquier registro individual constante de una colección de germoplasma (ej.: Una plántula, una estaca, semilla, hijuelo, etc.) (Sevilla y Holle, 1994).

Acodo aéreo: Método de propagación vegetativa, que consiste en cubrir una rama o un tallo aéreo con sustrato humedecido sin cortarlo y sin curvarlo, a fin de promover su enraizamiento (Maynard, 1996 citado por Pinedo, 2010).

Autogamia: También llamada autofecundación y consiste en la fusión de los gametos masculino y femenino del mismo individuo (Allard, 1967).

Alogamia: Fertilización cruzada en una población, y en el transporte y fusión del gameto masculino de un individuo con un gameto femenino de otro individuo (Allard, 1967).

Banco de Germoplasma: Llamado también colección ex situ, son sitios o lugares donde se mantienen a individuos representativos o a sus partes reproductivas (semillas, esporas, semen congelado, etc.) con el fin de evitar la pérdida de la diversidad genética necesaria en el proceso de selección natural o artificial. Comprende las actividades siguientes: adquisición del material, conservación propiamente dicha, multiplicación, caracterización/evaluación, documentación e intercambio (Sevilla y Holle, 2004).

Brote: Consiste de un ápice meristemático generador de células, con una zona sub-apical de alargamiento celular, de un tallo con nudos, en los que se ubican hojas y yemas axilares, entrenudos, y tejidos como la epidermis, la corteza, el floema, el cambium, el xilema activo, el xilema inactivo (madera) y la médula central (Gil, 1999).

Calidad genética: Capacidad de una planta para cumplir determinados objetivos inherentes al genotipo y a su interacción con el ambiente (Climent *et al.*, 2008).

Característica: Atributo estructural o funcional de una planta que resulta de la interacción de genes con el ambiente (Allard, 1967).

Característica cualitativa: Característica en que la variación mostrada es discontinua. De gran valor taxonómico y generalmente controlada por oligogenes (Sevilla y Holle, 2004).

Característica cuantitativa: Característica en que la variación presentada es continua. Generalmente, la expresión de esta característica es controlada por poligenes (Sevilla y Holle, 2004).

Clon: Un grupo de plantas producidas desde estacas, tocones o brotes radiculares, cultivo de tejidos, o algunos otros métodos que producen descendencia genéticamente idéntica a la planta original (Maynard, 1996 citado por Pinedo, 2010).

Evaluación: Registro y referencias sobre las condiciones de un determinado ambiente, de características influenciadas por factores bióticos y abióticos. Normalmente, estas son características de valor agronómico (ej.: rendimiento del

cultivo) y generalmente está bajo el control de poligenes para su expresión (Sevilla y Holle, 2004).

Fenotipo: Apariencia de un individuo como contraste con su composición genética o genotipo. Se utiliza también para designar un grupo de individuos con apariencia semejante pero no necesariamente con idénticos genotipos (Allard, 1967).

Geitonogamia: Es el cruce de polen proveniente de una flor que se encuentra en la misma planta. Se da en plantas monoicas, con flores separadas. (Allard, 1987).

Genotipo: Constitución genética total de un organismo (Allard, 1967).

Heterocigótico: Que tiene alelos diferentes en uno o más loci (Allard, 1967).

Hojas vegetativas: También llamadas nomófilas, son las aparecen después de las hojas primordiales y se forman durante toda la vida de la planta. Son morfológicamente más complejas, y son las hojas características de cada especie (Gil, 1999).

Homocigótico: Que tiene alelos iguales en loci correspondientes de cromosomas homólogos. Un organismo puede ser homocigótico en uno, varios o en todos los loci (Allard, 1967).

Mitosis: Es el método básico de crecimiento vegetativo, regeneración y cicatrización de heridas que hace posible poner en prácticas técnicas de propagación vegetativa tales como la propagación por estacas, injertos, acodado, etc. (Hartmann y Kester, 1998).

Pre-mejoramiento: Constituye la primera etapa en la utilización de los recursos genéticos luego de las etapas de colecta, identificación, conservación y caracterización/evaluación. El material resultante, "genéticamente valorizado", es posteriormente incorporado en los programas de mejoramiento como líneas parentales para el desarrollo de cultivares. Este proceso también se denomina "diseño de líneas parentales" (Pritsch, 2001).

Propagación vegetativa: También llamada asexual, se define como la reproducción de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano: raíces, tallos, ramas, hojas (Rojas *et al.*, 2004).

Producción: Es la cantidad de biomasa por unidad de área o superficie. Se puede medir en mg/cm^3 , en kg/ha o kcal/ha y expresa una idea de la biomasa disponible por unidad de área. $\text{Producción} = \text{Biomasa} / \text{Área}$ (Maynard, 1996 citado por Pinedo, 2010).

Productividad: Es la relación de la producción por unidad de tiempo. $\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Tiempo}$ (Maynard, 1996 citado por Pinedo, 2010).

Raíces adventicias: Aquellas que salen de partes aéreas de las plantas, de tallos subterráneos o de raíces relativamente viejas. Todas las raíces que no sean originadas en el eje embrionario y todas sus ramificaciones formadas en secuencia normal pueden ser consideradas adventicias (Hartmann y Kester, 1998).

Restinga: Área de transición entre el río y tierra firme, relativamente angosta que proviene de la sedimentación aluvial depositada por el río. No están incluidas las playas y barreales que son áreas contiguas al río (Pinedo *et al.*, 2010).

Sustrato: Es todo material natural o artificial, que permite el anclaje del sistema radical, el cual puede aportar elementos nutritivos. Éstos deben aportar los elementos necesarios para el crecimiento, como son el agua y aire, cuya disponibilidad depende de las propiedades físicas y mecánicas de los mismos (Crozon *et al.*, 1990 citado por Bernal, 1997).

Trasplante: Es el acto de trasladar plantas del sitio que están arraigadas para ser plantadas en otros (Gil, 1999).

Totipotencia: Es la capacidad o el potencial que tiene una célula no embrionaria de diferenciarse en una célula embrionaria y después desarrollar y convertirse en una planta nueva y completa si las condiciones ambientales son favorables. Todos estos cambios que implica la formación de nuevas estructuras vegetativas se pueden producir gracias a la información genética que se halla en cada célula vegetal (Hartmann y Kester, 1998).

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los datos obtenidos durante las evaluaciones se sistematizaron y analizaron con el Software Estadístico InfoStat versión 2011p; para una mejor interpretación y análisis de los resultados se presentan tablas y figuras por cada variable en estudio.

4.1. Brotación de las ramas

A partir de los Anexos 2 y 3, se obtuvo la Tabla 4, en ella se presenta el ANAVA para las variables: Número de brotes, Longitud de brotes y Número de hojas/brote.

TABLA 4. Análisis de Varianza para el Número, Longitud y Número de hojas por brote, a los 90 días

FUENTE DE VARIACION	GL	N° DE BROTES			LONGITUD DE BROTES			N° DE HOJAS/BROTE		
		CM	P-VALUE	SIG	CM	P-VALUE	SIG	CM	P-VALUE	SIG
Bloque	2	0.06	0.155	NS	1.69	0.357	NS	0.04	0.0276	*
Genotipo (G)	2	0.00028	0.9907	NS	28.68	<0.0001	**	0.10	0.0004	**
Ubicación (U)	1	0.36	0.0021	**	37.82	0.0001	**	0.05	0.0266	*
Diámetro (D)	1	1.36	<0.0001	**	121.37	<0.0001	**	0.38	<0.0001	**
GxU	2	0.03	0.3520	NS	11.39	0.0037	**	0.03	0.0681	NS
GxD	2	0.05	0.1877	NS	4.29	0.0862	NS	0.03	0.0681	NS
UxD	1	0.0011	0.8483	NS	15.87	0.0043	**	0.00028	0.8566	NS
GxUxD	2	0.01	0.7933	NS	34.23	<0.0001	**	0.0019	0.7933	NS
Error	22	0.03			1.56			0.01		
TOTAL	35									

N° de Brotes CV = 5.26 %

Longitud de brotes CV = 5.41 %

N° de Hojas/Brote CV = 2.48 %

* : Significación estadística ($\alpha=0.05$)

** : Alta Significación estadística ($\alpha=0.01$)

En la Tabla 4, se observa para la variable **Número de brotes por rama**, alta significación estadística para las fuentes de variación **Ubicación (U)** y **Diámetro (D)**; no se encontró significación estadística para la interacción **Genotipo x**

Ubicación x Diámetro (GxUxD). En la variable **Longitud de brotes**, se observa alta significación estadística para la triple interacción Genotipo x Ubicación x Diámetro (GxUxD), las interacciones de primer orden Genotipo x Ubicación (GxU), Ubicación x Diámetro (UxD) y los efectos principales Genotipo (G), Ubicación (U) y Diámetro (D). En la variable **Número de hojas por brote** se observa alta significación estadística para el Genotipo (G) y Diámetro (D); mientras que en las fuentes de variación Bloques y Ubicación (U) se observa significación estadística; no se encontraron diferencias estadísticas para la interacción Genotipo x Ubicación x Diámetro (GxUxD). Los coeficientes de variaciones (CV) para las variables estudiadas son de 5.26, 5.41 y 2.48% respectivamente, lo que nos da confianza en los resultados obtenidos.

Para analizar la performance de los tratamientos y los factores en estudio, se realizó la Prueba de Tukey (0.05) para el Número de brotes. Tabla 5.

TABLA 5. Prueba de Tukey (0.05) para la variable Número de brotes en la interacción GxUxD, Ubicación y Diámetro, a los 90 días

ORD.	INTERACCIÓN GxUxD		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	g ₁ u ₂ d ₂	T04: MD-014, Tercio Superior, Grueso	13.00	a
2	g ₂ u ₂ d ₂	T08: MD-015, Tercio Superior, Grueso	12.67	a b
3	g ₃ u ₂ d ₂	T12: MD-017, Tercio Superior, Grueso	11.43	a b c
4	g ₁ u ₁ d ₂	T02: MD-014, Tercio Medio, Grueso	11.10	a b c
5	g ₃ u ₁ d ₂	T10: MD-017, Tercio Medio, Grueso	10.73	a b c d
6	g ₂ u ₁ d ₂	T06: MD-015, Tercio Medio, Grueso	10.60	a b c d
7	g ₃ u ₂ d ₁	T11: MD-017, Tercio Superior, Delgado	9.83	a b c d
8	g ₂ u ₂ d ₁	T07: MD-015, Tercio Superior, Delgado	9.67	b c d
9	g ₁ u ₂ d ₁	T03: MD-014, Tercio Superior, Delgado	9.53	b c d
10	g ₃ u ₁ d ₁	T09: MD-017, Tercio Medio, Delgado	9.13	c d
11	g ₂ u ₁ d ₁	T05: MD-015, Tercio Medio, Delgado	8.57	c d
12	g ₁ u ₁ d ₁	T01: MD-014, Tercio Medio, Delgado	7.73	d

ORD.	UBICACIÓN (U)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	u ₂	Tercio Superior	11.02	a
2	u ₁	Tercio Medio	9.64	b

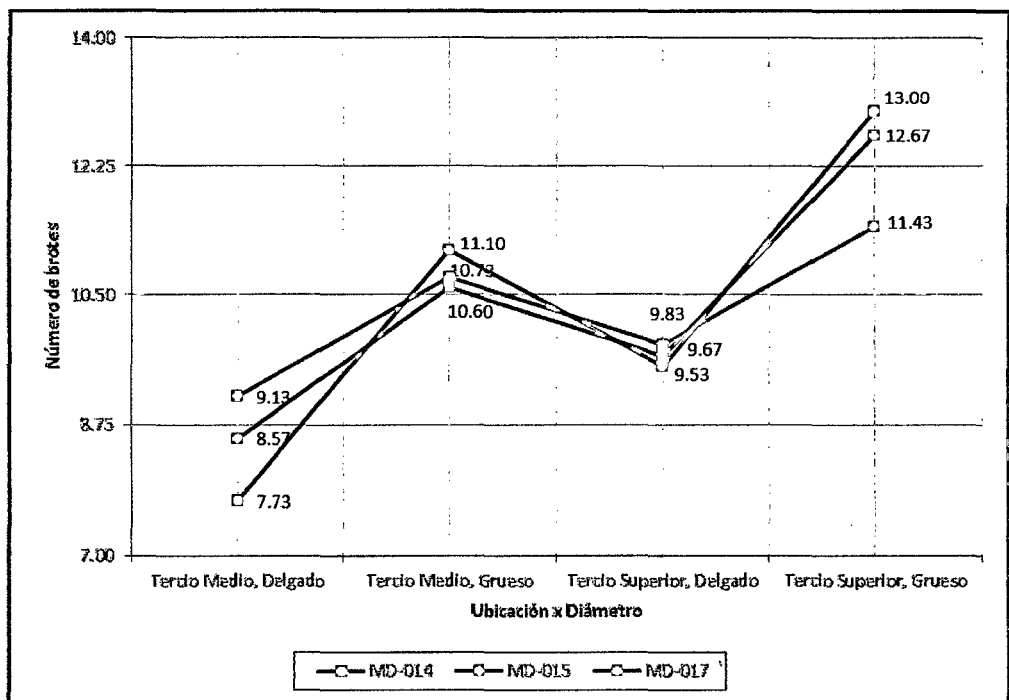
ORD.	DIÁMETRO (D)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	d ₂	Grueso (2.1 a 2.6 cm)	11.59	a
2	d ₁	Delgado (1.5 a 2.0 cm)	9.08	b

* Promedios con letras iguales son estadísticamente homogéneos

En la Tabla 5, se presenta la prueba de Tukey para la variable Número de brotes, en donde la **interacción Genotipo x Ubicación x Diámetro (GxUxD)** no mostró significación estadística en el ANAVA, sin embargo, tras realizar las comparaciones múltiples de medias es posible detectar diferencias entre los tratamientos, donde el T04 (MD-014, Tercio Superior, Grueso) y T08 (MD-015, Tercio Superior, Grueso) con 13.00 y 12.67 brotes respectivamente, son superiores a los demás tratamientos. En la **Ubicación de rama**, los valores del Tercio Superior (u_2) son significativamente mejores que el Tercio Medio (u_1), con 11.02 y 9.64 brotes respectivamente. Para el **Diámetro de la rama** la tendencia es similar, en donde el diámetro Grueso (d_2) supera significativamente al diámetro Delgado (d_1) con valores de 11.59 y 9.08 brotes respectivamente.

Para visualizar el efecto de los tratamientos (GxUxD) sobre el Número de brotes se presenta la Figura 1.

FIGURA 1. Efecto de la interacción GxUxD sobre el Número de brotes



En la Figura 1, se observa que los tratamientos T04 (MD-014 x Tercio Superior x Diámetro Grueso) y T08 (MD-015 x Tercio Superior x Diámetro Grueso), destacaron con un mayor Número de brotes por rama, siendo estos de 13.00 ± 0.4 y 12.67 ± 1.2 brotes respectivamente, ambos coinciden en la ubicación (u_2) y diámetro (d_2) utilizado; además el T04 registra una menor desviación estándar. Los segmentos de recta que representan a los genotipos son casi paralelos, siendo la evidencia gráfica de ausencia de interacción.

Las interacciones y los niveles de los factores en estudio que resultaron significativos en la variable Longitud de brotes se analizaron a través de la Prueba de Tukey (0.05). En la Tabla 6, para la interacción **Genotipo x Ubicación x Diámetro (GxUxD)**, se indica cuatro grupos estadísticos, en donde los tratamientos T08 (MD-015 x Tercio Superior x Diámetro Grueso) y T12 (MD-017 x Tercio Superior x Diámetro Grueso) presentan significación estadística sobre los demás tratamientos, con 30.73 y 27.10 cm de Longitud de brotes respectivamente, pero ambos estadísticamente iguales. En la interacción **Genotipo x Ubicación (GxU)**, se encontraron tres grupos estadísticamente diferentes, siendo las mejores interacciones correspondientes al MD-015 x Tercio Superior y MD-017 x Tercio Superior con 25.82 y 25.07 cm respectivamente, ambos con significación estadística sobre las demás interacciones. Para la interacción **Ubicación x Diámetro (UxD)**, se puede observar la significación estadística de la combinación ubicación Tercio Superior x Diámetro Grueso con 26.62 cm sobre las demás interacciones.

En lo referente al **Genotipo**, se observa que los genotipos MD-017 (g_3) y MD-015 (g_2), superan significativamente al genotipo MD-014 (g_1), los valores obtenidos son 24.22, 23.74 y 21.33 cm respectivamente. Para la **Ubicación de**

rama se visualiza superioridad estadística del Tercio Superior (u_2) sobre el Tercio Medio (u_1) con 24.12 y 22.07 cm respectivamente. En cuanto al Diámetro de rama, el diámetro Grueso (d_2) es superior estadísticamente al diámetro Delgado (d_1), siendo los valores obtenidos de 24.93 y 21.26 cm respectivamente.

TABLA 6. Prueba de Tukey (0.05) para la variable Longitud de brotes en las Interacciones, Genotipo, Ubicación y Diámetro, a los 90 días

ORD.	INTERACCIÓN GxUxD		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	$g_2u_2d_2$	T08: MD-015, Tercio Superior, Grueso	30.73	a
2	$g_3u_2d_2$	T12: MD-017, Tercio Superior, Grueso	27.10	a b
3	$g_3u_1d_2$	T10: MD-017, Tercio Medio, Grueso	24.23	b c
4	$g_1u_1d_2$	T02: MD-014, Tercio Medio, Grueso	23.70	b c
5	$g_3u_2d_1$	T11: MD-017, Tercio Superior, Delgado	23.03	c
6	$g_3u_1d_1$	T09: MD-017, Tercio Medio, Delgado	22.50	c
7	$g_1u_2d_2$	T04: MD-014, Tercio Superior, Grueso	22.03	c d
8	$g_2u_1d_2$	T06: MD-015, Tercio Medio, Grueso	21.80	c d
9	$g_2u_1d_1$	T05: MD-015, Tercio Medio, Delgado	21.53	c d
10	$g_1u_2d_1$	T03: MD-014, Tercio Superior, Delgado	20.93	c d
11	$g_2u_2d_1$	T07: MD-015, Tercio Superior, Delgado	20.90	c d
12	$g_1u_1d_1$	T01: MD-014, Tercio Medio, Delgado	18.67	d

ORD.	INTERACCIÓN GxU		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	g_2u_2	MD-015, Tercio Superior	25.82	a
2	g_3u_2	MD-017, Tercio Superior	25.07	a b
3	g_3u_1	MD-017, Tercio Medio	23.37	b c
4	g_2u_1	MD-015, Tercio Medio	21.67	c
5	g_1u_2	MD-014, Tercio Superior	21.48	c
6	g_1u_1	MD-014, Tercio Medio	21.18	c

ORD.	INTERACCIÓN UxD		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	u_2d_2	Tercio Superior, Grueso	26.62	a
2	u_1d_2	Tercio Medio, Grueso	23.24	b
3	u_2d_1	Tercio Superior, Grueso	21.62	b c
4	u_1d_1	Tercio Medio, Delgado	20.90	c

ORD.	GENOTIPO (G)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	g_3	MD-017	24.22	a
2	g_2	MD-015	23.74	a
3	g_1	MD-014	21.33	b

ORD.	UBICACIÓN (U)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	u_2	Tercio Superior	24.12	a
2	u_1	Tercio Medio	22.07	b

ORD.	DIÁMETRO (D)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	d_2	Grueso (2.1 a 2.6 cm)	24.93	a
2	d_1	Delgado (1.5 a 2.0 cm)	21.26	b

* Promedios con letras iguales son estadísticamente homogéneos

Para las interacciones que resultaron estadísticamente significativas, se realizó el análisis de efectos simples. Tabla 7.

TABLA 7. Efectos simples de las interacciones en la Longitud de brotes

INTERACCIÓN GENOTIPO x UBICACIÓN x DIÁMETRO (GxUxD)				
Fuente de Variación	GL	SC	CM	SIG
D en u_2 (g_n)				
D en u_2g_1		1.82	0.91	NS
D en u_2g_2	2	147.02	73.51	**
D en u_2g_3		25.62	12.81	**
INTERACCIÓN GENOTIPO x UBICACIÓN (GxU)				
FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	SIG
Efecto simple de G				
G en u_1	2	15.78	7.89	*
G en u_2		64.36	32.18	**
Efecto simple de U				
U en g_1		0.30	0.30	NS
U en g_2	1	52.09	52.09	**
U en g_3		8.84	8.84	*
INTERACCIÓN UBICACIÓN x DIÁMETRO (UxD)				
FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	SIG
Efecto simple de U				
U en d_1	1	2.34	2.34	NS
U en d_2		52.36	52.36	**
Efecto simple de D				
D en u_1	1	24.96	24.96	**
D en u_2		114.51	114.51	**

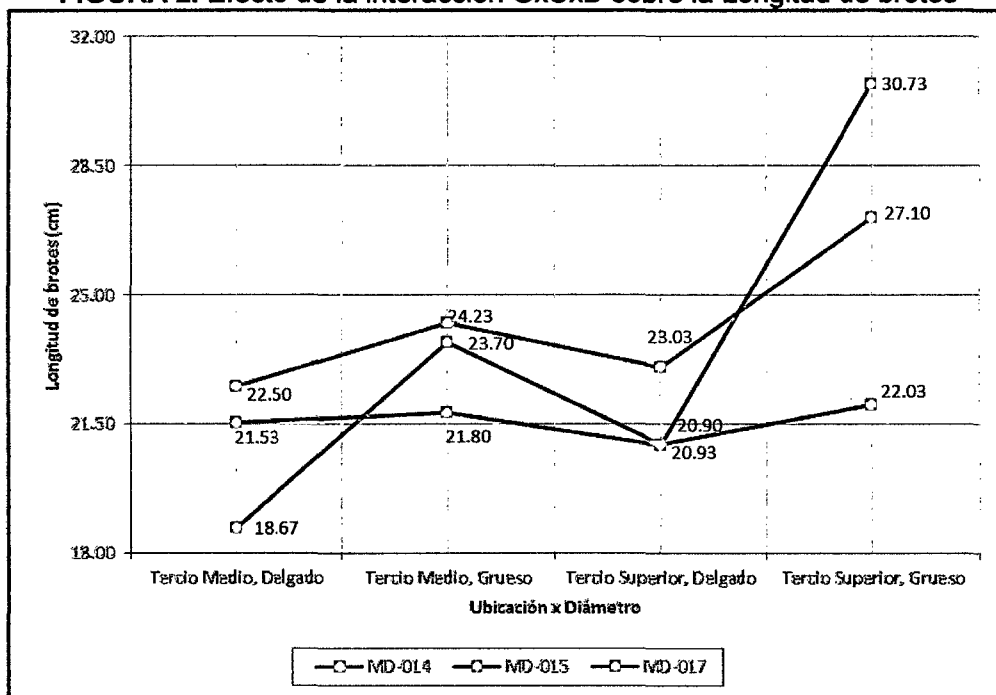
En la Tabla 7, en la interacción Genotipo x Ubicación x Diámetro (GxUxD), se tiene efecto del diámetro de rama altamente significativo sobre la Longitud de brotes, al utilizar los genotipos MD-015 (g_2) y MD-017 (g_3), ambos en la ubicación Tercio Superior (u_2), obteniendo con el genotipo MD-015 (g_2) los mejores valores para la variable dependiente; se obtuvieron valores inferiores cuando se utilizó el diámetro Delgado (d_1).

En la **interacción Genotipo x Ubicación (GxU)**, el genotipo utilizado influye en la ubicación de la rama donde se realizaron los acodos, teniendo la ubicación Tercio Superior (u_2) alta diferencia estadística, mientras que la ubicación Tercio Medio (u_1) presenta diferencia estadística; mostrando entonces que el genotipo expresa su potencial en los acodos para determinar la Longitud de los brotes, registrándose valores superiores cuando la influencia del genotipo se da en presencia del nivel diámetro Grueso (d_2). En cambio en la Ubicación de la rama se observa alta significación estadística para el genotipo MD-015 (g_2), mientras que para el genotipo MD-017 (g_3) se observa significación estadística, demostrando que la influencia de la Ubicación es mayor cuando se encuentra en presencia del genotipo MD-015 (g_1). No se encontró significación estadística de la Ubicación de la rama en presencia del genotipo MD-014 (g_1).

En la **interacción Ubicación x Diámetro (UxD)**, la ubicación de rama ejerce influencia en el diámetro, donde el diámetro Grueso (d_2) es altamente significativo; es decir, que bajo este nivel el factor Ubicación influye expresándose con mayores valores en la Longitud de brotes; no se registraron diferencias estadísticas al utilizar el diámetro Delgado (d_1). En cambio el efecto del diámetro de la rama influye con alta significación estadística al realizar el acodo en las ubicaciones Tercio Medio (u_1) y Superior (u_2) de la planta, registrándose en esta última valores superiores.

Para una mejor apreciación de los tratamientos y su comportamiento en lo referente a la Longitud de los brotes, se presenta la Figura 2.

FIGURA 2. Efecto de la interacción GxUxD sobre la Longitud de brotes



En la Figura 2, se observa que los tratamientos T08 (MD-015 x Tercio Superior x Diámetro Grueso) y T12 (MD-017 x Tercio Superior x Diámetro Grueso), destacaron con una mayor Longitud de brotes emitidos por rama, siendo estos de 30.73 ± 1.7 y 27.10 ± 1.5 cm respectivamente; al igual que la variable anterior, los mejores valores se registraron en la ubicación Tercio Superior (u_2) y Diámetro Grueso (d_2) de rama. La menor desviación estándar registrada en el T12 demuestra estabilidad en los datos obtenidos. Es posible advertir que los segmentos de línea correspondientes a los genotipos se cruzan, corroborando la presencia de interacción, en la que los efectos de un nivel de un factor dependen de los niveles de otro.

Con respecto a la variable Número de hojas por brote, se realizó la Prueba de Tukey (0.05) con el fin de analizar la performance de las interacciones y los niveles de cada factor en estudio que resultaron significativos. Tabla 8.

TABLA 8. Prueba de Tukey (0.05) para la variable Número de hojas por brote en la interacción GxUxD, Genotipo, Ubicación y Diámetro, a los 90 días

ORD.		INTERACCIÓN GxUxD		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION			
1	$g_1u_2d_2$	T04: MD-014, Tercio Superior, Grueso		15.10	a
2	$g_2u_2d_2$	T08: MD-015, Tercio Superior, Grueso		14.83	a
3	$g_1u_1d_2$	T02: MD-014, Tercio Medio, Grueso		14.30	a b
4	$g_2u_1d_2$	T06: MD-015, Tercio Medio, Grueso		13.77	a b c
5	$g_1u_2d_1$	T03: MD-014, Tercio Superior, Delgado		13.40	a b c d
6	$g_3u_1d_2$	T10: MD-017, Tercio Medio, Grueso		12.77	b c d
7	$g_3u_2d_2$	T12: MD-017, Tercio Superior, Grueso		12.73	b c d
8	$g_2u_2d_1$	T07: MD-015, Tercio Superior, Delgado		12.47	c d
9	$g_1u_1d_1$	T01: MD-014, Tercio Medio, Delgado		12.23	c d
10	$g_3u_1d_1$	T09: MD-017, Tercio Medio, Delgado		12.17	c d
11	$g_3u_2d_1$	T11: MD-017, Tercio Superior, Delgado		11.87	d
12	$g_2u_1d_1$	T05: MD-015, Tercio Medio, Delgado		11.83	d

ORD.		GENOTIPO (G)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION			
1	g_1	MD-014		13.76	a
2	g_2	MD-015		13.23	a
3	g_3	MD-017		12.38	b

ORD.		UBICACIÓN (U)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION			
1	u_2	Tercio Superior		13.40	a
2	u_1	Tercio Medio		12.84	b

ORD.		DIÁMETRO (D)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION			
1	d_2	Grueso (2.1 a 2.6 cm)		13.92	a
2	d_1	Delgado (1.5 a 2.0 cm)		12.33	b

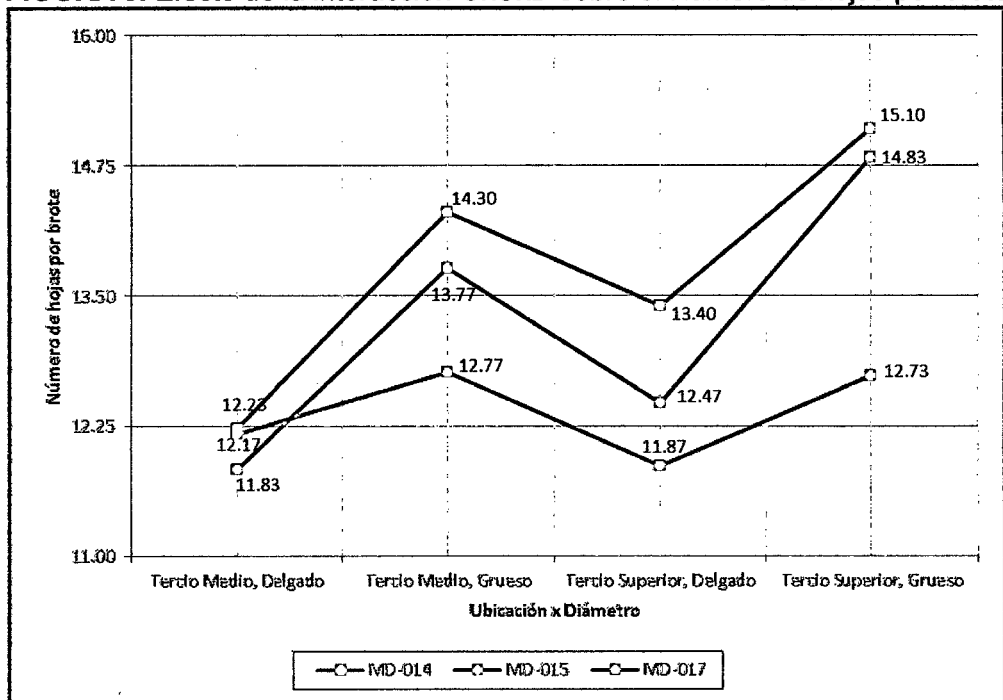
* Promedios con letras iguales son estadísticamente homogéneos

En la tabla anterior se observa que la interacción **Genotipo x Ubicación x Diámetro (GxUxD)**, que en el ANAVA no se encontró significación estadística, en la Prueba de Tukey se encontraron a los tratamientos T04 (MD-014, Tercio Superior, Grueso) y T08 (MD-015, Tercio Superior, Grueso) con valores de 15.10 y 14.83 hojas por brote, siendo superiores a los demás tratamientos. Mientras que para el factor **Genotipo**, el MD-014 (g_1) con 13.76 hojas por brote y MD-015 (g_2) con 13.23 hojas por brote son superiores estadísticamente al genotipo MD-017 (g_3) con 12.38 hojas por brote. Con respecto a la **Ubicación de rama**, se corrobora la superioridad estadística de la ubicación Tercio Superior (u_2) sobre la el Tercio Medio (u_1) con 13.40 y 12.84 hojas por brote respectivamente. En lo referente al **Diámetro de rama** utilizada para los acodos se visualiza que el

diámetro Grueso (d_2) es estadísticamente superior al diámetro Delgado (d_1) con 13.92 y 12.33 hojas por brote respectivamente.

Para una mejor visualización del comportamiento de los tratamientos en el ensayo se presenta la Figura 3, referente al Número de hojas por brote.

FIGURA 3. Efecto de la interacción GxUxD sobre el Número de hojas por brote



En la Figura 3 se observa que los dos tratamientos que emitieron el mayor Número de hojas por brotes fueron el T04 (MD-014 x Tercio Superior x Diámetro Grueso) y el T08 (MD-015 x Tercio Superior x Diámetro Grueso) con 15.10 ± 0.8 y 14.83 ± 1.3 hojas por brote respectivamente, en donde ambos coincidieron en los factores Ubicación (u_2) y Diámetro (d_2) de rama. La menor desviación estándar registrada en T04 indica mejor consistencia en los datos. Los segmentos de línea correspondientes a los genotipos se mantienen paralelos, indicando la ausencia de interacción entre los factores en estudio.

4.2. Enraizamiento de las ramas

A partir de los Anexos 2 y 3, se obtuvo la Tabla 9, en ella se presenta el ANAVA para las variables: Número de raíces y Longitud de raíces por rama.

TABLA 9. Análisis de Varianza para el Número y Longitud de raíces, a los 90 días

FUENTE DE VARIACION	GL	N° DE RAÍCES			LONGITUD DE RAÍCES		
		CM	P-VALUE	SIG	CM	P-VALUE	SIG
Bloque	2	0.04	0.6428	NS	0.15	0.8716	NS
Genotipo (G)	2	3.84	<0.0001	**	3.63	0.0494	*
Ubicación (U)	1	0.07	0.3544	NS	1.36	0.2672	NS
Diámetro (D)	1	9.20	<0.0001	**	25.67	0.0001	**
GxU	2	0.05	0.5406	NS	1.78	0.2061	NS
GxD	2	0.76	0.0010	**	4.04	0.0368	*
UxD	1	0.36	0.0447	*	1.28	0.2807	NS
GxUxD	2	0.14	0.2042	NS	0.17	0.8540	NS
Error	22	0.08			1.05		
TOTAL	35						

N° de raíces CV = 7.14 % * : Significación estadística ($\alpha=0.05$)
 Longitud de raíces CV = 7.86 % **: Alta Significación estadística ($\alpha=0.01$)

En la Tabla 9, se observa para la variable **Número de raíces**, alta significación estadística para Genotipo (G), Diámetro (D) y la interacción Genotipo x Diámetro (GxD), además se encontró significación estadística para la interacción Ubicación x Diámetro (UxD); no se encontró significación estadística para la interacción Genotipo x Ubicación x Diámetro (GxUxD). Para la variable **Longitud de raíces**, se visualiza alta significación estadística para Diámetro (D), mientras que las fuentes de variación correspondientes a las variables Genotipo (G) y la interacción Genotipo x Diámetro (GxD) presentan significación estadística; no se encontró significación estadística para la interacción Genotipo x Ubicación x Diámetro (GxUxD). Los coeficientes de variación (CV) registrados para las variables estudiadas son de 7.14 y 7.86%, respectivamente.

Para analizar la performance de los niveles de cada factor en estudio que resultaron significativos, se realizó la Prueba de Tukey (0.05) para la variable Número de raíces. Tabla 10.

TABLA 10. Prueba de Tukey (0.05) para la variable Número de raíces en las Interacciones, Genotipo y Diámetro, a los 90 días

ORD.	INTERACCIÓN (GxUxD)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	g ₂ u ₁ d ₂	T06: MD-015, Tercio Medio, Grueso	28.67	a
2	g ₂ u ₂ d ₂	T08: MD-015, Tercio Superior, Grueso	28.33	a b
3	g ₁ u ₁ d ₂	T02: MD-014, Tercio Medio, Grueso	21.03	b c
4	g ₁ u ₂ d ₂	T04: MD-014, Tercio Superior, Grueso	15.60	c d
5	g ₂ u ₁ d ₁	T05: MD-015, Tercio Medio, Delgado	15.07	c d
6	g ₃ u ₁ d ₂	T10: MD-017, Tercio Medio, Grueso	14.80	c d
7	g ₂ u ₂ d ₁	T07: MD-015, Tercio Superior, Delgado	14.60	c d
8	g ₃ u ₂ d ₂	T12: MD-017, Tercio Superior, Grueso	13.83	c d
9	g ₃ u ₂ d ₁	T11: MD-017, Tercio Superior, Delgado	11.50	d
10	g ₁ u ₂ d ₁	T03: MD-014, Tercio Superior, Delgado	11.07	d
11	g ₃ u ₁ d ₁	T09: MD-017, Tercio Medio, Delgado	10.40	d
12	g ₁ u ₁ d ₁	T01: MD-014, Tercio Medio, Delgado	9.73	d

ORD.	INTERACCIÓN (GxD)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	g ₂ d ₂	MD-015, Grueso	28.50	a
2	g ₁ d ₂	MD-014, Grueso	18.32	b
3	g ₂ d ₁	MD-015, Delgado	14.83	b
4	g ₃ d ₂	MD-017, Grueso	14.32	b c
5	g ₃ d ₁	MD-017, Delgado	10.95	c d
6	g ₁ d ₁	MD-014, Delgado	10.40	d

ORD.	INTERACCIÓN (UxD)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	u ₁ d ₂	Tercio Medio, Grueso	21.50	a
2	u ₂ d ₂	Tercio Superior, Grueso	19.26	a
3	u ₂ d ₁	Superior, Delgado	12.39	b
4	u ₁ d ₁	Tercio Medio, Delgado	11.73	b

ORD.	GENOTIPO (G)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	g ₂	MD-015	21.67	a
2	g ₁	MD-014	14.36	b
3	g ₃	MD-017	12.63	b

ORD.	DIÁMETRO (D)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	d ₂	Grueso	20.38	a
2	d ₁	Delgado	12.06	b

* Promedios con letras iguales son estadísticamente homogéneos

En la Tabla 10, la interacción Genotipo x Ubicación x Diámetro (GxUxD) no registró significación estadística en el ANAVA, sin embargo, es posible observar que el T06 (MD-015, Tercio Medio, Grueso) y T08 (MD-015, Tercio Superior,

Grueso) con 28.67 y 28.33 raíces son superiores a los valores obtenidos bajo los demás tratamientos. Para la **interacción Genotipo x Diámetro**, se reconoce que la combinación genotipo MD-015 x Diámetro Grueso con 28.50 raíces, supera estadísticamente a las demás combinaciones. En la **interacción Ubicación x Diámetro** se observa que la ubicación Tercio Medio x Diámetro Grueso y Tercio Superior x Diámetro Grueso con 21.50 y 19.26 raíces respectivamente, muestran igualdad estadística, siendo ambas superiores estadísticamente a las demás interacciones estudiadas.

Por otro lado, se observa la influencia del **Genotipo** sobre el Número raíces emitidas por rama, donde el genotipo MD-015 (g_2) es superior estadísticamente a los genotipos MD-014 (g_1) y MD-017 (g_3) con 21.67, 14.36 y 12.63 raíces respectivamente. Con respecto al factor **Diámetro de rama**, el diámetro Grueso es superior estadísticamente al diámetro Delgado con 20.38 y 12.06 raíces respectivamente.

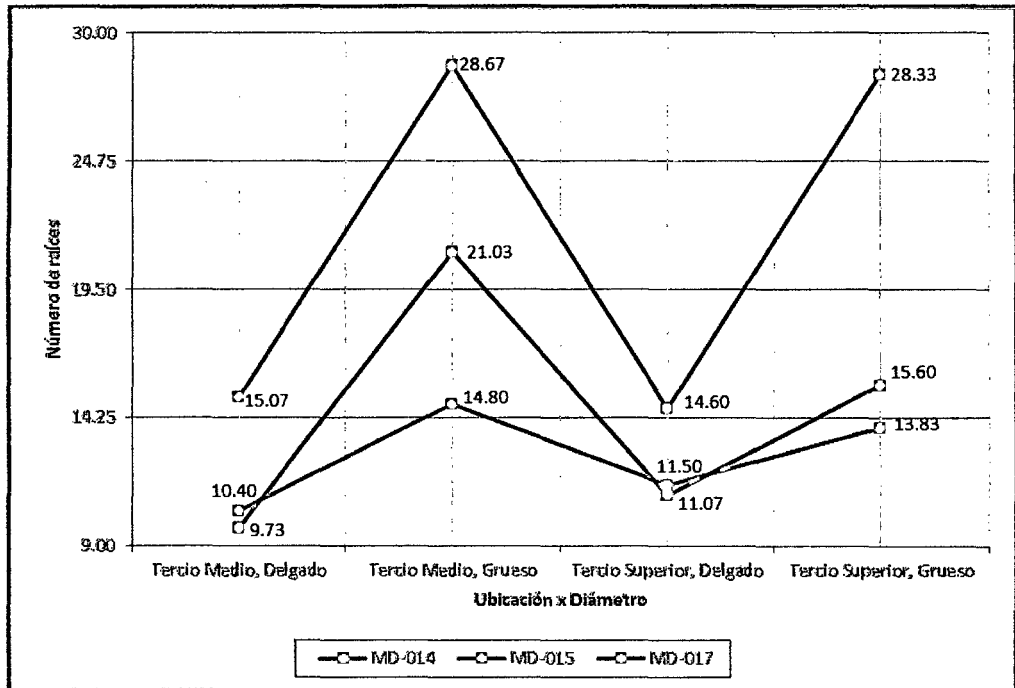
El análisis de efectos simples para las interacciones Genotipo x Diámetro (GxD) y Ubicación x Diámetro (UxD), ambas con significación estadística, se presenta en la Tabla 11, en ella se muestra los efectos simples de la **interacción Genotipo x Diámetro (GxD)**, donde se aprecia que el genotipo tuvo influencia altamente significativa en los diámetros de ramas utilizados en los acodos para la emisión de raíces; es decir, en el diámetro Delgado (d_1) y Grueso (d_2), registrándose en éste último nivel los mejores valores. El efecto del diámetro de rama tuvo alta significación estadística en los tres genotipos utilizados; es decir, mostraron sus atributos positivos para la emisión de raíces, donde la influencia del diámetro sobre el número de raíces es mayor, cuando se da en presencia del genotipo MD-015 (g_2).

Para la interacción **Ubicación x Diámetro (UxD)**, se observa que la ubicación de la rama no tuvo efecto significativo estadísticamente en los diámetros de tallos utilizados para los acodos. En cambio el diámetro de tallo utilizado para los acodos si tuvo alta diferencia estadística al utilizar ramas de la ubicación Tercio Medio (d_1) y Superior (d_2) de la planta, siendo los valores superiores cuando la influencia del diámetro sobre la variable dependiente se da en presencia de la ubicación Tercio Medio (d_1).

TABLA 11. Efectos Simples de las interacciones para el Número de raíces
INTERACCIÓN GENOTIPO x DIÁMETRO (GxD)

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	SIG
Efecto simple de G				
G en d_1	2	1.36	0.68	**
G en d_2		7.51	3.76	**
Efecto simple de D				
D en g_1	1	3.42	3.42	**
D en g_2		6.60	6.60	**
D en g_3		0.61	0.61	**
INTERACCIÓN UBICACIÓN x DIÁMETRO (UxD)				
FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	SIG
Efecto simple de U				
U en d_1	1	0.04	0.04	NS
U en d_2		0.34	0.34	NS
Efecto simple de D				
D en u_1	1	6.36	6.36	**
D en u_2		2.96	2.96	**

A continuación se presenta la Figura 4, donde se observa los valores obtenidos por cada tratamiento en el Número de raíces.

FIGURA 4. Efecto de la interacción GxUxD sobre el Número de raíces

En la Figura 4, se contempla que los tratamientos T06 (MD-015 x Tercio Medio x Diámetro Delgado) y T08 (MD-015 x Tercio Superior x Diámetro Grueso) son estadísticamente superiores a los demás tratamientos con respecto al Número de raíces emitidas por rama, con 28.67 ± 5.8 y 28.33 ± 3.4 raíces respectivamente; ambos tratamientos tienen en común el genotipo MD-015 (g_2) y diámetro Grueso (d_2) utilizados para realizar los acodos. A pesar de que el promedio de T08 es menor, registra mayor estabilidad en los datos, debido a una menor desviación estándar. Asimismo se observa el paralelismo en los segmentos de líneas que conforman los genotipos, indicando la ausencia de interacción entre los factores en estudio. La medición de esta variable fue de suma importancia, pues mayor número de raíces garantizarán una mayor sobrevivencia de las plantas en campo definitivo.

Para una mejor visualización de los efectos de los factores Genotipo y Diámetro que resultaron significativos estadísticamente sobre la variable Número de raíces, se presentan las Figuras 5 y 6.

FIGURA 5. Efecto del Genotipo sobre el Número de raíces

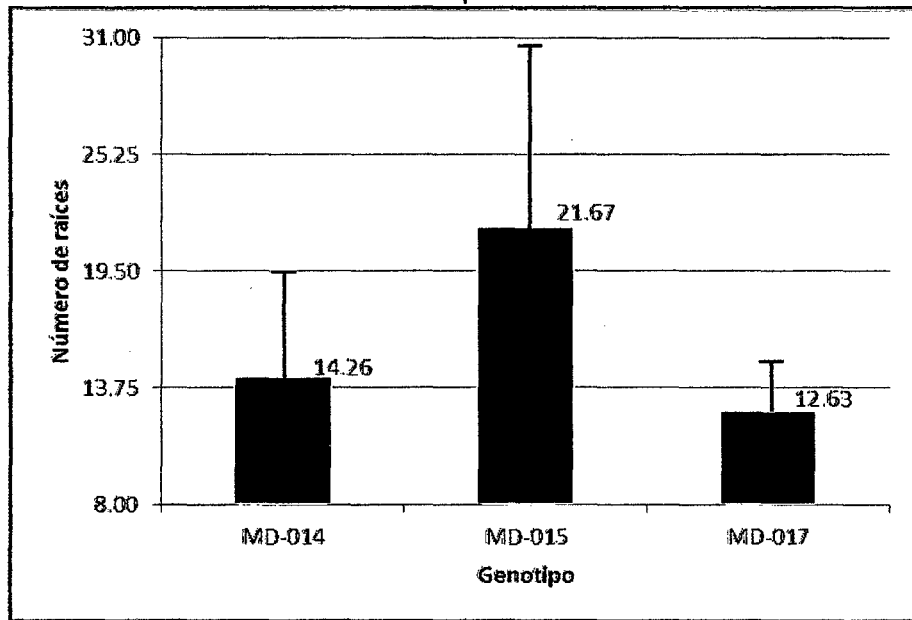
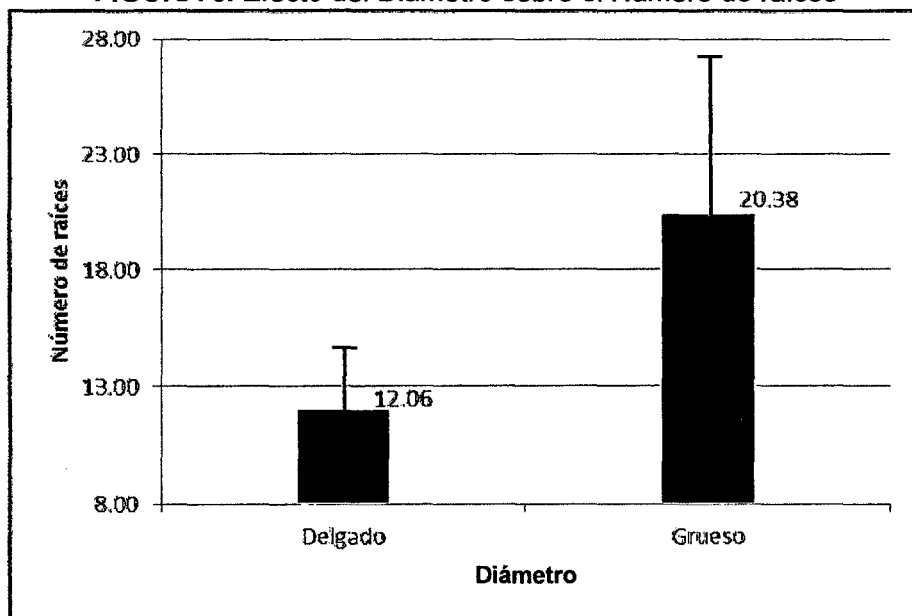


FIGURA 6. Efecto del Diámetro sobre el Número de raíces



En las Figuras 5 y 6 se observa el efecto tanto del factor Genotipo como el Diámetro sobre el Número de raíces, encontrando valores superiores en el genotipo MD-015 y el diámetro Grueso con 21.67 y 20.38 raíces respectivamente.

Para identificar el mejor tratamiento y nivel de los factores en estudio, se realizó la Prueba estadística de Tukey (0.05) para la variable Longitud de raíces. Tabla 12.

TABLA 12. Prueba de Tukey (0.05) para la variable Longitud de raíces en las Interacciones y Diámetro, a los 90 días

ORD.	INTERACCIÓN GxUxD		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	g ₂ u ₂ d ₂	T08: MD-015, Tercio Superior, Grueso	15.27	a
2	g ₂ u ₁ d ₂	T06: MD-015, Tercio Medio, Grueso	14.17	a b
3	g ₁ u ₁ d ₂	T02: MD-014, Tercio Medio, Grueso	14.00	a b
4	g ₃ u ₁ d ₂	T10: MD-017, Tercio Medio, Grueso	13.50	a b c
5	g ₃ u ₁ d ₁	T09: MD-017, Tercio Medio, Delgado	13.40	a b c
6	g ₃ u ₂ d ₂	T12: MD-017, Tercio Superior, Grueso	13.20	a b c
7	g ₁ u ₂ d ₂	T04: MD-014, Tercio Superior, Grueso	13.17	a b c
8	g ₃ u ₂ d ₁	T11: MD-017, Tercio Superior, Delgado	12.60	a b c
9	g ₂ u ₁ d ₁	T05: MD-015, Tercio Medio, Delgado	12.40	a b c
10	g ₂ u ₂ d ₁	T07: MD-015, Tercio Superior, Delgado	12.20	b c
11	g ₁ u ₁ d ₁	T01: MD-014, Tercio Medio, Delgado	11.93	b c
12	g ₁ u ₂ d ₁	T03: MD-014, Tercio Superior, Delgado	10.63	c

ORD.	INTERACCIÓN GxD		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	g ₂ d ₂	MD-015, Grueso	14.72	a
2	g ₁ d ₂	MD-014, Grueso	13.58	a b
3	g ₃ d ₂	MD-017, Grueso	13.35	a b
4	g ₃ d ₁	MD-017, Delgado	13.00	a b c
5	g ₂ d ₁	MD-015, Delgado	12.30	b c
6	g ₁ d ₁	MD-014, Delgado	11.28	c

ORD.	GENOTIPO (G)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	g ₂	MD-015	13.51	a
2	g ₃	MD-017	13.18	a b
3	g ₁	MD-014	12.43	b

ORD.	DIÁMETRO (D)		PROMEDIO	SIGNIF.
MER.	CLAVE	DESCRIPCION		
1	d ₂	Grueso	13.88	a
2	d ₁	Delgado	12.19	b

* Promedios con letras iguales son estadísticamente homogéneos

En la tabla anterior se observa que en la **interacción Genotipo x Ubicación x Diámetro (GxUxD)**, el tratamiento T08 (MD-015, Tercio Superior, Diámetro Grueso) es superior a los demás tratamientos, con una Longitud de raíz de 15.27 cm. Con respecto a la **interacción Genotipo x Diámetro (GxD)** se observa la presencia de tres grupos diferentes estadísticamente, encontrando que estadísticamente la mejor interacción es el genotipo MD-015 x Diámetro Delgado con una Longitud de raíz de 14.72 cm.

En el factor **Genotipo**, se tiene al MD-015 (g_2) con una Longitud de raíz de 13.51 cm, siendo superior a los demás niveles. Para el factor **Diámetro**, se observa que el diámetro Grueso (d_2) con 13.88 cm es superior estadísticamente al diámetro Delgado (d_1) con una Longitud de raíz de 12.19 cm.

Siendo la interacción Genotipo x Diámetro significativa estadísticamente, se realizó el análisis de efectos simples correspondiente. Tabla 13.

TABLA 13. Efectos Simples de la interacción GxD en la Longitud de raíces

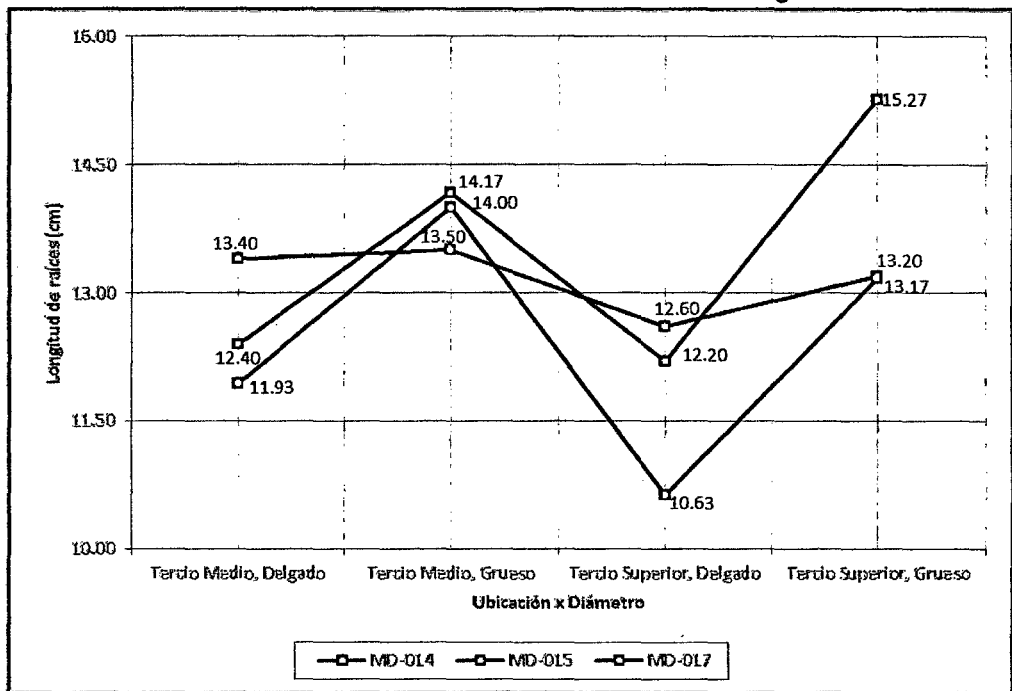
INTERACCIÓN GENOTIPO x DIÁMETRO (GxD)				
FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	SIG
Efecto simple de G				
G en d_1	2	8.90	4.45	*
G en d_2		6.52	3.26	NS
Efecto simple de D				
D en g_1	1	15.87	15.87	**
D en g_2		18.01	18.01	**
D en g_3		0.34	0.34	NS

En la Tabla 13, se observa la **interacción Genotipo x Diámetro (GxD)**, teniendo que el efecto del genotipo es significativo estadísticamente al utilizar el diámetro Delgado (d_1) de la rama para realizar los acodos; sin embargo, la influencia del genotipo es mayor cuando se utiliza el diámetro grueso, expresándose en

valores superiores en el diámetro Grueso (d_2). El efecto del diámetro de rama utilizado es altamente significativo en los genotipos MD-014 (g_1) y MD-015 (g_2), registrándose en este último una mayor Longitud de raíz.

Para una mejor visualización del comportamiento de los tratamientos en el ensayo se presenta la Figura 7, referente a la Longitud de raíces.

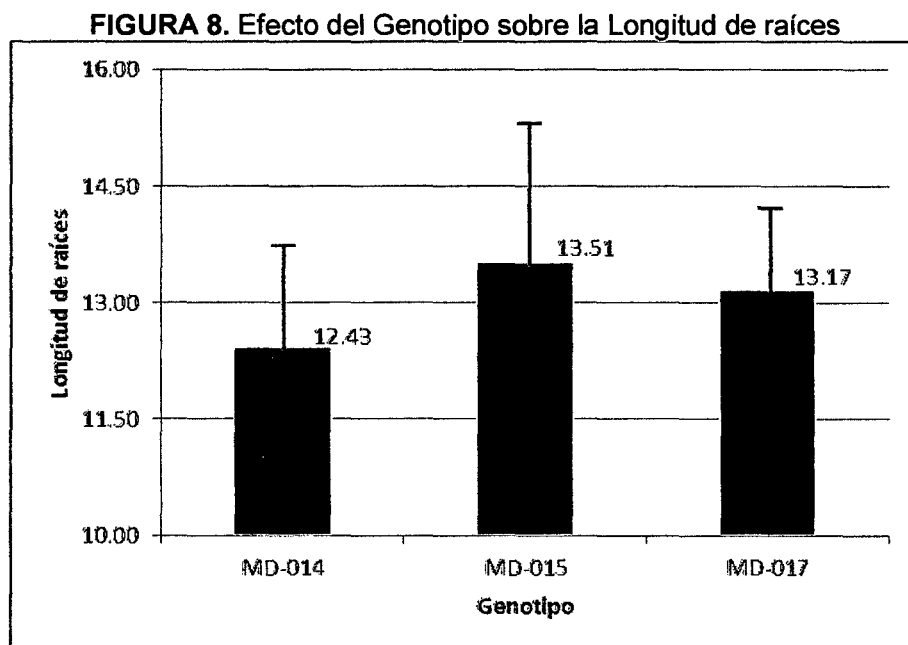
FIGURA 7. Efecto de la interacción GxUxD sobre la Longitud de raíces



En la Figura 7, se observa que los tratamientos T08 (MD-015 x Tercio Superior x Diámetro Grueso) y T06 (MD-015 x Tercio Medio x Diámetro Delgado) son superiores estadísticamente a los demás tratamientos, con Longitud de raíz de 15.27 ± 1.9 y 14.17 ± 0.8 cm respectivamente; al igual que la variable anterior, ambos tratamientos tienen en común el genotipo MD-015 (g_2) y el diámetro Grueso (d_2) utilizado. La desviación estándar registrada para el T06 demuestra una mayor consistencia en los datos, pese a ubicarse en segundo lugar en relación al promedio; mientras que la desviación estándar obtenida con el T08

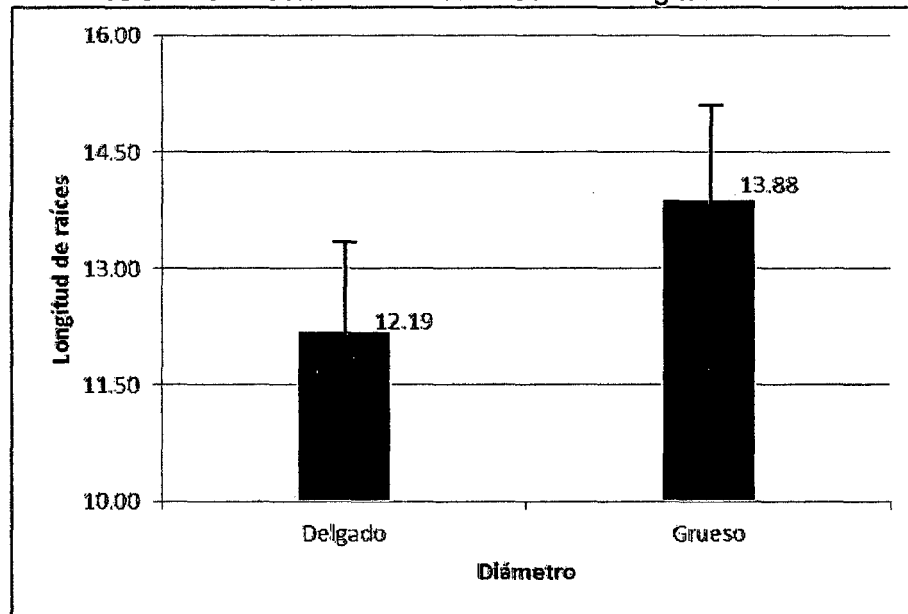
sugiere una mayor dispersión de los datos. Asimismo puede observarse, la existencia de cruzamiento entre algunos perfiles; no obstante, no se consideran tan graves como para asumir la interacción entre los factores en estudio.

Para observar el efecto del factor Genotipo sobre la Longitud de raíces, se presentan la Figuras 8.



En la Figura 8, es posible observar el efecto de los genotipos sobre la Longitud de raíces, donde el genotipo MD-015 (g_2) obtuvo el primer lugar con 13.51 cm, seguido del MD-017 (g_3) con 13.17 cm y por último el MD-014 (g_1) con 12.43 cm. Se destaca la performance obtenida por el genotipo MD-015 (g_2), que en la mayoría de las variables en estudio obtuvo los mejores valores. Estos resultados demuestran una capacidad superior de este genotipo con respecto a la propagación vegetativa, haciendo propicio su uso en los programas de pre-mejoramiento y mejoramiento de camu camu.

Los efectos del diámetro sobre la Longitud de raíces, se presenta en la Figura 9.

FIGURA 9. Efecto del Diámetro sobre la Longitud de raíces

En la Figura 9 se observa el efecto del factor Diámetro sobre la Longitud de raíces, encontrando valores superiores en el diámetro Grueso con 13.88 cm sobre el diámetro Delgado con 12.19 cm.

CAPITULO V

DISCUSIONES

5.1. Brotación de las ramas

Los resultados obtenidos muestran los mejores efectos de los tratamientos T04 (MD-014, Tercio Superior, Grueso) y T08 (MD-015, Tercio Superior, Grueso) sobre las variables de la brotación de ramas, siendo posible observar que ambos coinciden en la ubicación y el diámetro usados para realizar el acodo, esto resultados obedecen a que estas ramas tienen un alto contenido de fotosintatos (productos orgánicos resultado de la fotosíntesis) los que intervienen proporcionando nutrientes para favorecer la formación de las hojas y las nuevas raíces; además es mayor la presencia de nitrógeno, que intervendrá en la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas (Hartmann y Kester, 1998). Por otro lado Mesén (1998) afirma que la juvenilidad fisiológica del árbol se da desde la copa hacia la base del árbol, por lo tanto, las ramas más jóvenes serán las más basales; los resultados obtenidos en el experimento coinciden con lo afirmado por Hartmann y Kester (1998) donde señalan que la ubicación apical presenta mejores resultados en cuanto a brotes y raíces, lo cual es explicable porque en el ápice existe mayor concentración de fitohormonas promotoras del enraizamiento y la brotación. Además, las zonas apicales, presentan una mayor cantidad de células totipotentes, capaces de volverse meristemáticas y que fácilmente emiten brotes. Las ramas con diámetros superiores utilizadas para propagar una planta alojan entre sus células gran cantidad de reservas alimenticias como carbohidratos, los cuales se degradan para alimentar a las

yemas que originarán brotes o raíces adventicias (Davis, 1989; Hartmann y Kester, 1998). Por su parte Mesén (1998) afirma que muchas especies leñosas presentan mayores índices de brotación cuando el material vegetativo es obtenido de la parte apical y con diámetros superiores a los 2 cm, fundamentándose en un mayor contenido de hormonas y carbohidratos que propician un acelerado crecimiento de los brotes. Navarrete y Vargas (2005) afirman que existen diferentes factores que influyen sobre la capacidad de propagación vegetativa de una especie, siendo dos de los más importantes las características genéticas intrínsecas del material (diferencias entre clones) y la cantidad y tipo de sustancias promotoras de la formación de raíces y brotes, estudios hechos por Hartmann y Kester (1998) mencionan que fitohormonas como la auxina se ubican en las partes apicales de las plantas, mereciendo un rol importante en la mayor emisión de raíces y brotes.

Las diferencias vistas entre los genotipos, donde se establece al MD-015 (g₂) superior a los demás, son confirmados con estudios hechos en otras especies, Rodríguez *et al.* (2005) comprobó que la formación de órganos en las plantas está controlada genéticamente, al obtener diferencias entre diferentes genotipos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) en cuanto a su enraizamiento y brotación. Por su parte Rojas *et al.* (2004) menciona la importancia de una adecuada regulación hormonal al momento de optar por la propagación vegetativa, afirmando que el genotipo afecta la concentración y proporción de cada una de las hormonas responsables del crecimiento. Asimismo, la formación de brotes y raíces en los acodos, dependen de factores inherentes no translocables; es decir, la interacción entre factores fijos ubicados dentro de las células como las enzimas, los nutrientes translocables y factores endógenos de

la producción de brotes y del enraizamiento como las fitohormonas, especialmente las del grupo de las auxinas (Hartmann y Kester, 1998).

Al respecto, Hartmann y Kester (1998) mencionan que las especies vegetales mediante la propagación vegetativa proporcionan la misma carga genética a su descendencia y ésta muestra su máximo potencial cuando los factores externos, entre ellos: luz, temperatura, agua y sustrato se encuentran en proporciones óptimas para favorecer la expresión de los genes, además a través de este método de propagación se obtienen plantas que poseen los mismos genotipos que la planta madre; es decir, todas las células de los acodos, tienen la información genética suficiente para producir una planta adulta idéntica a la madre.

5.2. Enraizamiento de las ramas

Los mejores resultados obtenidos para las variables del enraizamiento fueron con los tratamientos T08 (MD-015, Tercio Superior, Grueso) y T06 (MD-015, Tercio Medio, Grueso), siendo coincidente en ambos el genotipo y el diámetro de rama utilizado, indicando una fuerte influencia de estos factores en la emisión de raíces, hecho que puede ser explicado por la mayor presencia de reservas alimenticias como carbohidratos, fitohormonas y factores endógenos, en diámetros mayores, que propician la aparición y crecimiento de las raíces adventicias (Davis, 1989). Por su parte, Hartmann y Kester (1998) mencionan que el mayor número de raíces se obtienen de ramas gruesas, al encontrar un mayor contenido de aminoácidos totales, los cuales ejercen influencia en la formación de raíces. Veierskov y Andersen (1982) citado por Moreira *et al.* (2003) mencionan que existe una mayor tendencia de las ramas gruesas a

enraizar, explicado por un mayor contenido de carbohidratos que contribuyen en las fases iniciales del establecimiento de la planta. Davis (1989) menciona que el nacimiento de las raíces, merece algunas explicaciones ya que es un fenómeno fuertemente influenciado por factores de orden genético, nutricional, hormonal y ambiental que suceden en las plantas. Factores internos, tales como el contenido de auxina, de cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos pueden influir en la iniciación de raíces; en un estudio en el cual se determinaron estos factores en cultivares de crisantemo (*Chrysanthemum* sp.) de enraizamiento fácil y difícil, la única correlación que se pudo obtener fue con las reservas de carbohidratos en los tallos, teniendo las estacas fáciles de enraizar las reservas más abundantes (Stoltz, 1966 citado por Hartmann y Kester, 1998). El mayor contenido de carbohidratos puede determinarse a través de la macidez del tallo, aquellos que son indeseablemente pobres en carbohidratos están suaves y flexibles, en tanto que los ricos en carbohidratos son macizos y rígidos y se rompen tronándose antes de doblarse (Hartmann y Kester, 1998), afirmación que coincide con los resultados obtenidos en el experimento, al obtener los mejores resultados con ramas de diámetro grueso. Con respecto a la ubicación de la ramas, autores como Davis (1989); Rojas *et al.* (2004) y Hartmann y Kester (1998), mencionan que en algunas especies se obtienen mejores enraizamientos de las partes apicales de la planta, explicado por la existencia de un mayor contenido de cofactores, como la Rizocalina, la cual se produce en las hojas y se traslada basípetamente por el tallo, actuando sinérgicamente con las auxinas y ciertas enzimas para mejorar el proceso de enraizamiento, las ramas apicales son más jóvenes y en consecuencia, hay más células capaces de volverse meristemáticas, además es probable que contengan

mayores concentraciones de sustancias endógenas promotoras del enraíce originadas en las yemas terminales, existe menos diferenciación, habiendo más células que pueden volverse meristemáticas; Pereira *et al.* (1991) al estudiar el efecto de dosis de ANA en estacas de Guayabo (*Psidium guajava*), logró enraizar un 70% de estacas provenientes de las partes herbáceas de la planta, ubicadas en la parte apical, mientras que en estacas leñosas, procedentes de la parte basal, el enraizamiento alcanzó un 33%. La misma tendencia encontraron Kersten e Ibañez (1993) al probar concentraciones de 0, 2000, 3000, 4000 y 5000 mg L⁻¹ de AIB y diferentes posiciones de ramas en Guayabo (*Psidium guajava*), encontraron mayor enraizamiento en estacas procedentes de las partes apicales, determinando un mayor contenido de aminoácidos totales, lo cual posiblemente ejerce influencia en la formación de raíces; mientras que las estacas procedentes de partes basales, tuvieron menor formación de raíces; asimismo la acción de fitohormonas como la auxina, cuya mayor concentración se encuentra en las partes apicales de la planta, depende de la presencia de factores nutricionales (glucosa) debido al requerimiento de una fuente de carbono para biosíntesis de los ácidos nucleicos y de las proteínas (Hartmann y Kester, 1998). Los estudios encontrados por estos autores, no coinciden con nuestros resultados, pues en camu camu los mejores valores se obtuvieron cuando los tratamientos incluían la ubicación Tercio Medio, al respecto Hartmann y Kester (1998) mencionan que estas ramas tienen mayor capacidad de enraizamiento, por la ocurrencia de marcadas diferencias químicas que van desde la punta hasta la base de la planta, siendo en esta última la de mayor acumulación de sustancias promotoras de la formación de raíces. Los mismos autores encontraron que el mayor enraizamiento de las porciones basales de la

rama, puede verse influido por la existencia de raíces preformadas, donde las partes apicales exhiben escasas o nulas cantidades, mientras que la mayor cantidad de iniciales de raíces preformadas en las partes basales es mayor, a esto se suma el hecho de que las porciones basales de las ramas tendrán el equilibrio de bajo contenido de nitrógeno y alto contenido de carbohidratos, favorable para el buen enraizamiento, por lo que se recomienda extraer material vegetativo de la base de las plantas, ya que presentan tejidos más juveniles, que mostrarán mejores condiciones para enraizar. Por otra parte, cualquier tratamiento que mantenga la fase juvenil de crecimiento será de valor para prevenir la declinación del potencial de enraizamiento a medida que envejezcan las plantas madres. No obstante, el mismo autor menciona que la mayoría de los factores que afectan el enraizamiento son propios de cada especie, por lo que es imposible establecer algún tipo de material que sea mejor para todas las plantas.

Las diferencias en la capacidad de enraizamiento, donde ubican al MD-015 superior a los demás, es confirmada por Hartmann y Kester (1998) quienes afirman que la formación de raíces adventicias puede depender de ciertos factores inherentes no translocables, determinados por el genotipo de las células individuales del tejido y a factores endógenos del enraizamiento presentes en cada individuo; en estudios hechos por Vilchez *et al.* (2004) en Guayabo (*Psidium guajava*), se evaluó el porcentaje de enraizamiento en cinco genotipos promisorios, donde el Agro LUZ-21 obtuvo los mejores resultados en cuanto a Acodos enraizados (37.5%), Acodos vivos (100%) y Acodos muertos (0%), demostrándose una diferencia entre los genotipos. De igual manera Hartmann y Kester (1998) indican que existen diferencias en el enraizamiento de variedades de Peral, cuando son sometidos a los mismos tratamiento, así determinaron que

la variedad "Bartlett" enraíza con dificultad, mientras que "Old Home" presentó un mayor número de raíces, quedando demostrado las diferencias en el enraizamiento de genotipos. Rojas *et al.* (2004), afirma que los efectos de los genotipos en el enraizamiento pueden verse potenciados cuando el material vegetativo presenta características adecuadas como: vigor, diámetro de rama adecuado, mayor contenido nutricional de las estacas y estado de reposo al momento de obtener el material de la planta. Los resultados obtenidos en el experimento, confirman los estudios hechos por Mesén (1998) quien afirma que la capacidad de enraizamiento difiere entre clones, por lo que algunos enraízan con facilidad, pero otros clones afines, lo hacen con dificultad considerable, asimismo resalta que parte de la selección de clones o genotipos superiores es la identificación de los clones con alta capacidad de enraizamiento. El potencial rizogénico está fuertemente influenciado por factores genéticos variando significativamente de una variedad a otra, desde un 100% hasta un enraizamiento escaso o nulo (Rodríguez *et al.*, 2005).

Albany *et al.* (2004) realizó un experimento en Guayabo (*Psidium guajava*) en donde comparó el efecto de dos reguladores de crecimiento: ácido naftalenacético (ANA), ácido indolbutírico (AIB) y la combinación de ambos, a 5000 mg kg⁻¹ cada uno, obteniendo con el primero, el mayor porcentaje de enraizamiento (96.43%), número de raíces (7.89) y longitud de raíces (4.13 cm). Los resultados obtenidos en camu camu muestran que la técnica de acodo aéreo es efectiva en la emisión de raíces, aún sin la aplicación de reguladores, lográndose valores superiores para las variables estudiadas en comparación con otras especies.

Los genotipos promisorios utilizados muestran su potencial genético mediante la división celular o mitosis que sucede durante el crecimiento y regeneración de las células. Además que las células de los tejidos vegetales en proceso de desarrollo conservan su potencialidad de multiplicarse, diferenciarse y producir tallos y raíces similares al de la planta madre, y proporcionan la información genética necesaria para la perpetuación de la especie, a través de la capacidad de las células de volverse meristemáticas y desdiferenciarse; por lo tanto las células meristemáticas y consecuentemente los tejidos jóvenes presentan la capacidad de regeneración de tejidos nuevos (Rojas *et al.*, 2004 y Fachinello, 1994).

Cabe resaltar que el número mayor de raíces obtenidos con el genotipo MD-015 es importante al momento que se trasplante los clones a campo definitivo, porque muchas raíces se quiebran en el momento de sacarlos del germinador y en el manipuleo, hasta ser trasplantados, disminuyendo la pérdida de plantones. Asimismo la longitud de raíces es importante, porque al aumentar el volumen de raíces, aumenta el porcentaje de sobrevivencia.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Los mejores tratamientos para el Número brotes fueron el T04 (MD-014, Tercio Superior, Diámetro Grueso) y T08 (MD-015, Tercio Superior, Diámetro Grueso) con 13.00 y 12.67 respectivamente. Se encontraron que las ramas procedentes del Tercio Superior (u_2) y del Diámetro Grueso (d_2) muestran mejores valores.

En la Longitud de brotes, los mejores resultados se encontraron con los tratamientos T08 (MD-015, Tercio Superior, Diámetro Grueso) y T12 (MD-017, Tercio Superior, Diámetro Grueso) con 30.73 y 27.10 cm respectivamente. En las interacciones dobles el genotipo MD-015 x Tercio Superior y el Tercio Superior x Diámetro Grueso obtuvieron los mejores valores Asimismo se encontraron efectos superiores cuando se utilizaron el genotipo MD-017 (g_3), la ubicación Tercio Superior (u_2) y el diámetro Grueso (d_2).

En el Número de hojas por brote sobresalieron los tratamientos T04 (MD-014, Tercio Superior, Diámetro Grueso) y T08 (MD-015, Tercio Superior, Diámetro Grueso) con 15.10 y 14.83 hojas por brote respectivamente. Los mejores efectos principales se registraron en el genotipo MD-014 (g_1), la ubicación Tercio Superior (u_2) y el diámetro Grueso (d_2).

En el Número de raíces, el T06 (MD-015, Tercio Medio, Diámetro Grueso) y T08 (MD-015, Tercio Superior, Diámetro Grueso) alcanzaron los mejores resultados, con 28.67 y 28.33 raíces respectivamente. En las interacciones dobles el genotipo MD-015 x Diámetro Grueso y el Tercio Medio x Diámetro Grueso alcanzaron mejores valores. El efecto principal del genotipo MD-015 (g_2) y diámetro Grueso (d_2) mostraron los mejores resultados.

En Longitud de raíces el T08 (MD-015, Tercio Superior, Diámetro Grueso) y T06 (MD-015, Tercio Medio, Diámetro Grueso), mostraron los mejores resultados, con 15.27 y 14.17 cm respectivamente. La interacción doble genotipo MD-015 x Diámetro Grueso, alcanzó el mejor valor. Asimismo se encontraron efectos superiores al utilizar el genotipo al MD-015 y el diámetro Grueso (d_2).

6.2. Recomendaciones

- a. Para multiplicar vegetativamente al “camu camu” *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, a través de la técnica de enraizamiento por acodos aéreos, se debe utilizar el T08 (MD-015, Tercio Superior, Diámetro Grueso), por haber obtenido los mejores valores en todas las variables en estudio.
- b. Utilizar la técnica de acodos aéreos para mejorar plantaciones establecidas, que tienen problemas de heterogeneidad en la producción de fruto.
- c. Repetir el trabajo experimental incluyendo mayor número de genotipos promisorios

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ALBANY, N.; VILCHEZ, J.; VILORIA, Z.; CASTRO, C.; GADEA, J. 2004. Propagación asexual del guayabo mediante la técnica de acodo aéreo. *Agronomía tropical* 54 (1): 63 – 73.
- ALLARD, R. 1967. Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial Omega. Barcelona, España. 498 p.
- ARÉVALO, A. 2004. Efectos del sistema de riego, posición y diámetro de la Estaca, en el enraizamiento del “camu camu” *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh. Tesis. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia peruana. 112 p.
- BENÍTEZ, D.; FLORES, F.; VALDEZ, J. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies arbóreas en un manglar de la costa norte del pacífico mexicano. *Madera y Bosques* 8 (2): 57-71.
- BERNALES, C. 1997. Implementación de la técnica de etiolación y acodo en la propagación clonal de paltos (*Persea americana* Mill). Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 87 p.
- CALZADA, J. 1980. 143 frutales nativos. Universidad Nacional Mayor de San Mayor. Iquitos, Perú. 251 p.
- DAVIS, T. 1989. Influence of photosynthesis on carbohydrates on adventitious root formation by leafy. Editorial Oregon. Oregon, Estados Unidos. 330 p.
- DI RIENZO, J.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.; GONZALES, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA,

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL
<http://www.infostat.com.ar>

- DOSTER, N.; ROQUE, J.; BROKAMP, G.; CANO, A.; LA TORRES, M.; WEIGEND, M. 2009. Factsheet: Datos botánicos de camu camu. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 10 p.
- ENCISO, R. 1992. Propagación de camu camu (*Myrciaria dubia*) por injerto. Informe Técnico N° 18. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales – INIA. Lima, Perú. 17 p.
- FACHINELLO, J.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.; KERSTEN E.; DE LUCES, G. 1994. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. Editorial Universitaria. Pelotas, Brasil. 179 p.
- FLORES, S. 1997. Cultivos de frutales nativos amazónicos. Manual para extensionistas. TCA – SPT. Lima, Perú. 307 p.
- GIL, G. 1999. Fruticultura, el potencial productivo. Segunda Edición. Editorial Alfaomega. Ciudad de México, México. 342 p.
- HARTMANN, H.; KESTER, D. 1998. Propagación de plantas; principios y prácticas. Sexta Edición. Editorial Continental. Ciudad de México, México. 785 p.
- IIAP. 1997. Programa de Agroexportación de camu camu. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 33 p.
- IMÁN, S. 2004. Caracterización y evaluación morfoagronómica de germoplasma de camu camu *Myrciaria dubia* Mc Vaugh. Iquitos, Perú. Archivo PDF.

- IMÁN, S.; MELCHOR, M. 2005. Enraizamiento por acodo aéreo en camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh para Propagación Vegetativa. EEA San Roque-INIA. Iquitos, Perú. Archivo PDF.
- IMÁN, S.; MELCHOR, M. 2007. Tecnología para la producción de camu camu. EEA San Roque-INIA. Iquitos, Perú. 51 p.
- IMÁN, S.; BRAVO, L.; SOTERO, V.; OLIVA, C. 2011. Contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA Loreto, Perú. *Scientia Agropecuaria* 2: 123 – 130.
- INGA, H.; PINEDO, M.; DELGADO, C.; LINARES, C.; MEJÍA, K. 2001. Fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* Mc Vaugh (H.B.K.) camu camu. *Folia Amazónica* 12: 99 – 106.
- INIA. 2008. Memoria Anual 2008. Subdirección de Investigación Recursos Genéticos y Biotecnología-SUDIRGEB. Estación Experimental Agraria "San Roque". Iquitos, Perú. 63 p.
- KERSTEN, E.; IBANEZ, V. 1993. Efeito do ácido indolbutírico (IBA) no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em condições de nebulização e teor de aminoácidos totais. *Revista Brasileira de Fruticultura* 15 (1): 87-89.
- LINDORF, H. 1998. Correlaciones eco-anatómicas entre la madera y la hoja. *Memoria del Instituto de Biología Experimental* Vol. 1: 209-212.
- MATHEWS, P. 2005. Efectos del Ácido indolbutírico y el tamaño de estaca, en el enraizamiento y brotamiento de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh. Tesis. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 90 p.

- MESÉN, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. CATIE, Manual Técnico 30. Turrialba, Costa Rica. 36 p.
- MOREIRA, J.; CASTRO, D.; YOSHIMITSU, S.; LOPES, D.; HORST, C. 2003. Propagação da goiabeira. Universidad Federal de Viçosa. Belo Horizonte, Brasil. Archivo PDF.
- NAVARRETE, M.; VARGAS, J. 2005. Propagación asexual de clones de *Eucalyptus camaldulensis* utilizando radix en diferentes concentraciones. Revista Chapingo 11 (2): 111-166.
- OLIVA, C.; LÓPEZ, A. 2005. Efecto del ácido naftalenacético, en el enraizamiento de estacas de *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, camu camu. Folia Amazónica 14 (2): 43-49.
- PEREIRA, M.; PETRECHEN, H.; BENINCASA, M.; BANZATTO, A. 1991. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) das cultivares rica e paluma, em câmara de nebulização. Científica 19 (2): 199 – 206.
- PETERS, C.; VÁSQUEZ, A. 1986. Estudios ecológicos de camu camu *Myrciaria dubia*. Producción de frutos en poblaciones naturales. Acta Amazónica 16: 161-174.
- PICÓN, C.; ACOSTA, V. 2000. Cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la Selva Baja del Perú. Manual Técnico. Programa Nacional de camu camu. Ministerio de Agricultura. Iquitos, Perú. 73 p.
- PINEDO, M.; RIVA, R.; RENGIFO, E.; DELGADO, C.; VILLACRÉS, J.; GONZÁLEZ, A.; INGA, H.; LÓPEZ, A.; FARROÑAY, R.; VEGA, R.;

- LINARES, C. 2001. Sistema de producción de camu camu en restinga. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 139 p.
- PINEDO, M.; LINARES, C.; MENDOZA, H.; ANGUIZ, R. 2004. Plan de Mejoramiento Genético de camu camu. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 52 p.
- PINEDO, M.; DELGADO, C.; FARROÑAY, R.; DEL CASTILLO, D.; IMÁN, S.; VILLACRÉS, J.; FACHÍN, L.; OLIVA, C.; ABANTO, C.; BARDALES, R.; VEGA, R. 2010. Camu Camu (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae). Aportes para su aprovechamiento sostenible en la amazonía peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 135 p.
- PINEDO, S. 2010. Ensayo clonal de cinco genotipos promisorios de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh; efecto sobre su rendimiento y características agronómicas en suelos no inundables del campo experimental "El Dorado" Km. 25 Carretera Iquitos-Nauta, 2009. Tesis. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 98 p.
- PRITSCH, C. 2001. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del cono sur. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 10 p.
- RAMÍREZ, M.; URDANETA, A. 2004. Efecto del ácido naftalenacético y de diferentes sustrato sobre el enraizamiento de acodos aéreos del guayabo (*Psidium guajava* L). Revista Facultad de Agronomía 1: 28 – 43.
- RODRIGUEZ, F.; ESCOBEDO, R.; BENDAYÁN, L.; MARQUINA, L.; TORRES, M. 1995. Estudio de suelos de la zona de San Miguel. Documento

Técnico N° 04. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 24 p.

RODRÍGUEZ, M.; LÓPEZ, M.; GONZÁLEZ, V.; GARCÍA, A.; PEÑA, A. 2005. Efecto del genotipo en la micropropagación de tomate de cáscara. Revista Chapingo 11 (1): 31 – 37.

ROJAS, S.; GARCÍA, J.; ALARCÓN, M. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y Experiencias con Especies Amazónicas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Editorial Produmedios. Caquetá, Colombia. 55 p.

SEVILLA, R.; HOLLE, M. 2004. Recursos genéticos vegetales. Editorial Luis León Asociados. Lima, Perú. 445 p.

SOPLIN, J. 2011. Comunicación personal.

VÁSQUEZ, A. 2000. El camu camu; cultivo, manejo e investigaciones. Editorial Universal. Iquitos, Perú. 218 p.

VILCHEZ, J.; BRACHO, N.; ARNAS, N.; MARÍN, M.; MARTÍNEZ, L. 2004. Respuesta a la técnica de acodo aéreo en plantas de guayabo (*Psidium guajava* L.) tolerantes al nematodo *Melodogyne incognita*. Revista Facultad de Agronomía 21 (1): 22 – 27.

VILLACHICA, H. 1996. El cultivo del camu camu, *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh en la Amazonía Peruana. TCA. Lima, Perú. 357 p.

VILLACREZ, C. 1983. Métodos de injertación y productos enraizantes en camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh. Tesis. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia peruana, Facultad de Agronomía. 38 p.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE INVESTIGACIÓN

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES
<p>¿El genotipo, ubicación y diámetro de rama utilizado en la propagación vegetativa por acodo aéreo son factores que influyen en el enraizamiento y brotación de <i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu"?</p>	<p>H_a: Existe influencia del genotipo, ubicación y diámetro de rama en la propagación vegetativa por acodo aéreo en <i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu" en Iquitos.</p> <p>H_{a1}: Existe influencia del genotipo de planta en el enraizamiento y brotación de camu camu.</p> <p>H_{a2}: Existe influencia de la ubicación de rama en el enraizamiento y brotación de camu camu.</p> <p>H_{a3}: Existe influencia del diámetro de rama en el enraizamiento y brotación de camu camu.</p> <p>H_{a4}: Existe influencia de las interacciones entre el genotipo, ubicación y diámetro de rama sobre el enraizamiento y brotación de camu camu.</p>	<p>Objetivo general</p> <p>- Lograr el mejor tratamiento de la propagación vegetativa por acodo aéreo, teniendo en cuenta el diámetro, ubicación de la rama y genotipo de planta en <i>Myrciaria dubia</i> (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu" en Iquitos.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar los efectos de la interacción genotipo, ubicación y diámetro sobre el enraizamiento y brotación de camu camu. • Determinar en promedio de repeticiones, ubicación y diámetro de rama, el mejor genotipo utilizando el acodo aéreo sobre el enraizamiento y brotación de camu camu. • Determinar en promedio de repeticiones, diámetro y genotipo, la mejor ubicación de la rama utilizando el acodo aéreo sobre el enraizamiento y brotación de camu camu. • Determinar en promedio de repeticiones, ubicación y genotipo, el mejor diámetro de rama utilizando el acodo aéreo sobre el enraizamiento y brotación de camu camu. • Determinar los efectos de la interacción entre el diámetro y la ubicación de rama sobre el enraizamiento y brotación de camu camu. • Determinar los efectos de la interacción entre el diámetro de rama y el genotipo sobre el enraizamiento y brotación de camu camu. • Determinar los efectos de la interacción entre la ubicación de la rama y el genotipo de planta sobre el enraizamiento y brotación de camu camu. 	<p>Variable Independiente</p> <p>G = Genotipo</p> <p>U = Ubicación</p> <p>D = Diámetro</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Y = Brotación</p> <p>Z = Enraizamiento</p>	<p>g₁: MD-014 g₂: MD-015 g₃: MD-017</p> <p>u₁: Tercio Medio u₂: Tercio Superior</p> <p>d₁: Diámetro Delgado (1.5 a 2.0 cm) d₂: Diámetro Grueso (2.1 a 2.6 cm)</p> <p>y₁: Número de brotes y₂: Longitud de brote y₃: Número de hojas por brote</p> <p>z₁: Número de raíces z₂: Longitud de raíces</p>

ANEXO 2. DATOS ORIGINALES DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO

NÚMERO DE BROTES

BLOQUE	G1				G2				G3			
	U1		U2		U1		U2		U1		U2	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
I	6.2	10.2	8.9	13.4	8.5	9.8	9.0	12.6	8.8	11.6	10.5	12.6
II	7.9	11.7	8.2	12.6	8.4	10.9	8.8	13.9	7.7	10.1	8.3	11.1
III	9.1	11.4	11.5	13.0	8.8	11.1	11.2	11.5	10.9	10.5	10.7	10.6
SUMA	23.2	33.3	28.6	39.0	25.7	31.8	29.0	38.0	27.4	32.2	29.5	34.3
PROMEDIO	7.7	11.1	9.5	13.0	8.6	10.6	9.7	12.7	9.1	10.7	9.8	11.4

LONGITUD DE BROTES

BLOQUE	G1				G2				G3			
	U1		U2		U1		U2		U1		U2	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
I	18.7	23.0	20.9	22.4	21.4	21.4	19.7	30.8	23.6	23.5	23.3	26.6
II	17.6	23.9	20.2	20.7	22.3	21.9	21.2	32.4	20.7	23.1	21.1	28.8
III	19.7	24.2	21.7	23.0	20.9	22.1	21.8	29.0	23.2	26.1	24.7	25.9
SUMA	56.0	71.0	62.8	66.1	64.5	65.4	62.6	92.3	67.4	72.7	69.0	81.4
PROMEDIO	18.7	23.7	20.9	22.0	21.5	21.8	20.9	30.8	22.5	24.2	23.0	27.1

NÚMERO DE HOJAS/BROTE

BLOQUE	G1				G2				G3			
	U1		U2		U1		U2		U1		U2	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
I	11.6	14.2	12.8	15.7	11.6	13.2	12.8	16.0	11.8	12.3	11.9	13.3
II	12.6	14.6	14.6	15.4	12.7	14.1	12.4	15.1	12.9	13.3	11.7	12.5
III	12.5	14.1	12.8	14.2	11.2	14.0	12.2	13.4	11.8	12.7	12.0	12.4
SUMA	36.8	42.9	40.1	45.4	35.5	41.3	37.4	44.4	36.5	38.3	35.7	38.3
PROMEDIO	12.3	14.3	13.4	15.1	11.8	13.8	12.5	14.8	12.2	12.8	11.9	12.8

**NO SALE A
DOMICILIO**

NÚMERO DE RAÍCES

BLOQUE	G1				G2				G3			
	U1		U2		U1		U2		U1		U2	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
I	11.1	21.7	9.6	14.6	15.7	34.3	12.3	31.9	10.3	16.0	11.8	12.5
II	9.2	20.2	14.5	16.7	14.0	22.7	17.3	25.1	10.4	15.2	10.8	16.3
III	8.9	21.2	9.1	15.5	15.5	29.0	14.2	28.0	10.5	13.2	11.9	12.7
SUMA	29.2	63.1	33.2	46.8	45.2	86.0	43.8	85.0	31.2	44.4	34.5	41.5
PROMEDIO	9.7	21.0	11.1	15.6	15.1	28.7	14.6	28.3	10.4	14.8	11.5	13.8

LONGITUD DE RAÍCES PRINCIPALES

BLOQUE	G1				G2				G3			
	U1		U2		U1		U2		U1		U2	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
I	12.0	13.6	9.3	13.2	13.3	13.5	12.9	17.4	14.1	12.5	13.7	12.4
II	12.2	14.3	11.5	12.7	12.0	15.0	12.1	14.0	12.6	14.0	11.1	14.7
III	11.6	14.1	11.1	13.6	11.9	14.0	11.6	14.4	13.5	14.0	13.0	12.5
SUMA	35.8	42.0	31.9	39.5	37.1	42.5	36.5	45.8	40.2	40.5	37.8	39.5
PROMEDIO	11.9	14.0	10.6	13.2	12.4	14.2	12.2	15.3	13.4	13.5	12.6	13.2



**ANEXO 3. DATOS TRANSFORMADOS PARA EL NÚMERO DE BROTES,
HOJAS Y RAÍCES**

NÚMERO DE BROTES (Transformados a la $\sqrt{x+0.5}$)

BLOQUE	G1				G2				G3			
	U1		U2		U1		U2		U1		U2	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
I	2.6	3.3	3.1	3.7	3.0	3.2	3.1	3.6	3.0	3.5	3.3	3.6
II	2.9	3.5	2.9	3.6	3.0	3.4	3.0	3.8	2.9	3.3	3.0	3.4
III	3.1	3.4	3.5	3.7	3.0	3.4	3.4	3.5	3.4	3.3	3.3	3.3
SUMA	8.6	10.2	9.5	11.0	9.0	10.0	9.6	10.9	9.3	10.1	9.6	10.4
PROMEDIO	2.9	3.4	3.2	3.7	3.0	3.3	3.2	3.6	3.1	3.4	3.2	3.5

NÚMERO DE HOJAS/BROTE (Transformados a la $\sqrt{x+0.5}$)

BLOQUE	G1				G2				G3			
	U1		U2		U1		U2		U1		U2	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
I	3.5	3.8	3.6	4.0	3.5	3.7	3.7	4.1	3.5	3.6	3.5	3.7
II	3.6	3.9	3.9	4.0	3.6	3.8	3.6	3.9	3.7	3.7	3.5	3.6
III	3.6	3.8	3.6	3.8	3.4	3.8	3.6	3.7	3.5	3.6	3.5	3.6
SUMA	10.7	11.5	11.2	11.9	10.5	11.3	10.8	11.7	10.7	10.9	10.6	10.9
PROMEDIO	3.6	3.8	3.7	4.0	3.5	3.8	3.6	3.9	3.6	3.6	3.5	3.6

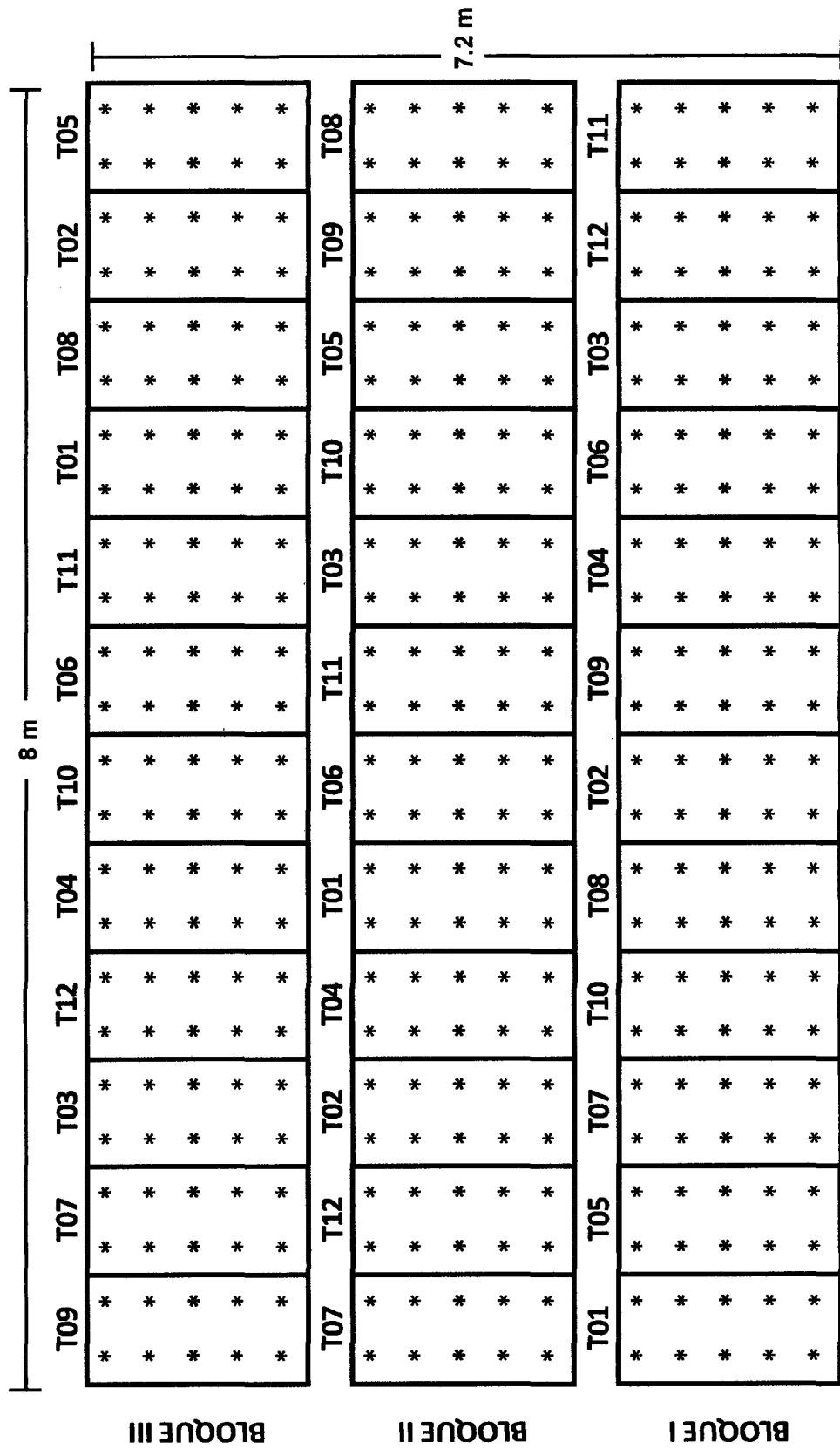
NÚMERO DE RAÍCES (Transformados a la \sqrt{x})

BLOQUE	G1				G2				G3			
	U1		U2		U1		U2		U1		U2	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
I	3.3	4.7	3.1	3.8	4.0	5.9	3.5	5.6	3.2	4.0	3.4	3.5
II	3.0	4.5	3.8	4.1	3.7	4.8	4.2	5.0	3.2	3.9	3.3	4.0
III	3.0	4.6	3.0	3.9	3.9	5.4	3.8	5.3	3.2	3.6	3.4	3.6
SUMA	9.3	13.8	9.9	11.8	11.6	16.0	11.4	15.9	9.7	11.5	10.2	11.1
PROMEDIO	3.1	4.6	3.3	3.9	3.9	5.3	3.8	5.3	3.2	3.8	3.4	3.7

**ANEXO 4. MATRIZ DE DATOS PARA ANÁLISIS EN SOFTWARE
ESTADÍSTICO INFOSTAT (Datos originales y transformados)**

Gen.	Ubi.	Diá.	Trat.	Bloq.	Nº Brotes	Nº Brotes TR	Long. Brotes	Nº Hojas	Nº hojas TR	Nº Raíces	Nº de Raíces TR	Long. Raiz
G1	U1	D1	T01	1	6.2	2.6	18.7	11.6	3.5	11.1	3.3	12.0
G1	U1	D1	T01	2	7.9	2.9	17.6	12.6	3.6	9.2	3.0	12.2
G1	U1	D1	T01	3	9.1	3.1	19.7	12.5	3.6	8.9	3.0	11.6
G1	U1	D2	T02	1	10.2	3.3	23.0	14.2	3.8	21.7	4.7	13.6
G1	U1	D2	T02	2	11.7	3.5	23.9	14.6	3.9	20.2	4.5	14.3
G1	U1	D2	T02	3	11.4	3.4	24.2	14.1	3.8	21.2	4.6	14.1
G1	U2	D1	T03	1	8.9	3.1	20.9	12.8	3.6	9.6	3.1	9.3
G1	U2	D1	T03	2	8.2	2.9	20.2	14.6	3.9	14.5	3.8	11.5
G1	U2	D1	T03	3	11.5	3.5	21.7	12.8	3.6	9.1	3.0	11.1
G1	U2	D2	T04	1	13.4	3.7	22.4	15.7	4.0	14.6	3.8	13.2
G1	U2	D2	T04	2	12.6	3.6	20.7	15.4	4.0	16.7	4.1	12.7
G1	U2	D2	T04	3	13.0	3.7	23.0	14.2	3.8	15.5	3.9	13.6
G2	U1	D1	T05	1	8.5	3.0	21.4	11.6	3.5	15.7	4.0	13.3
G2	U1	D1	T05	2	8.4	3.0	22.3	12.7	3.6	14.0	3.7	12.0
G2	U1	D1	T05	3	8.8	3.0	20.9	11.2	3.4	15.5	3.9	11.9
G2	U1	D2	T06	1	9.8	3.2	21.4	13.2	3.7	34.3	5.9	13.5
G2	U1	D2	T06	2	10.9	3.4	21.9	14.1	3.8	22.7	4.8	15.0
G2	U1	D2	T06	3	11.1	3.4	22.1	14.0	3.8	29.0	5.4	14.0
G2	U2	D1	T07	1	9.0	3.1	19.7	12.8	3.7	12.3	3.5	12.9
G2	U2	D1	T07	2	8.8	3.0	21.2	12.4	3.6	17.3	4.2	12.1
G2	U2	D1	T07	3	11.2	3.4	21.8	12.2	3.6	14.2	3.8	11.6
G2	U2	D2	T08	1	12.6	3.6	30.8	16.0	4.1	31.9	5.6	17.4
G2	U2	D2	T08	2	13.9	3.8	32.4	15.1	3.9	25.1	5.0	14.0
G2	U2	D2	T08	3	11.5	3.5	29.0	13.4	3.7	28.0	5.3	14.4
G3	U1	D1	T09	1	8.8	3.0	23.6	11.8	3.5	10.3	3.2	14.1
G3	U1	D1	T09	2	7.7	2.9	20.7	12.9	3.7	10.4	3.2	12.6
G3	U1	D1	T09	3	10.9	3.4	23.2	11.8	3.5	10.5	3.2	13.5
G3	U1	D2	T10	1	11.6	3.5	23.5	12.3	3.6	16.0	4.0	12.5
G3	U1	D2	T10	2	10.1	3.3	23.1	13.3	3.7	15.2	3.9	14.0
G3	U1	D2	T10	3	10.5	3.3	26.1	12.7	3.6	13.2	3.6	14.0
G3	U2	D1	T11	1	10.5	3.3	23.3	11.9	3.5	11.8	3.4	13.7
G3	U2	D1	T11	2	8.3	3.0	21.1	11.7	3.5	10.8	3.3	11.1
G3	U2	D1	T11	3	10.7	3.3	24.7	12.0	3.5	11.9	3.4	13.0
G3	U2	D2	T12	1	12.6	3.6	26.6	13.3	3.7	12.5	3.5	12.4
G3	U2	D2	T12	2	11.1	3.4	28.8	12.5	3.6	16.3	4.0	14.7
G3	U2	D2	T12	3	10.6	3.3	25.9	12.4	3.6	12.7	3.6	12.5

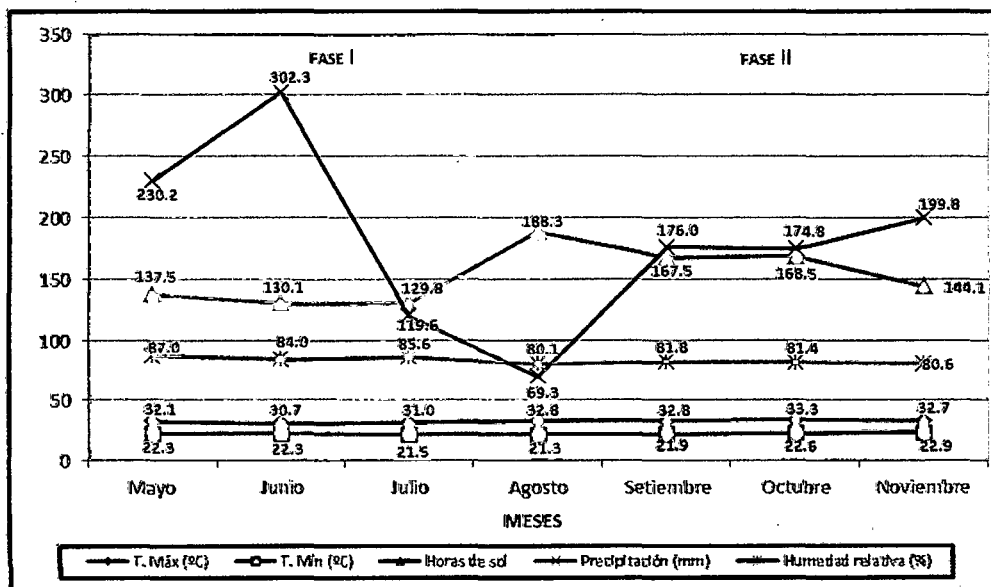
ANEXO 6. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



ANEXO 7. DATOS METEOROLÓGICOS REGISTRADOS DURANTE EL EXPERIMENTO



Meses	Temperatura (°C)			Horas de Sol	Precipit. Pluvial (mm)	Humedad Relativa (%)
	Máxima	Mínima	Promedio			
Mayo	32.1	22.3	27.2	137.5	230.2	87.0
Junio	30.7	22.3	26.5	130.1	302.3	84.0
Julio	31.0	21.5	26.3	129.8	119.6	85.6
Agosto	32.8	21.3	27.1	188.3	69.3	80.1
Setiembre	32.8	21.9	27.4	167.5	176.0	81.8
Octubre	33.3	22.6	28.0	168.5	174.8	81.4
Noviembre	32.7	22.9	28.0	144.1	199.8	80.6

Fuente: SENAMHI – Estación meteorológica C.O. "San Roque" – Iquitos



Fuente: Elaboración propia


ANEXO 8. ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

		UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN															
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe												Nº 003761					
ANÁLISIS DE SUELO CARACTERIZACIÓN																	
SOLICITANTE				REFORESTADORA LA MOLINA S A C													
UBICACION				Iy,ROS													
Número de muestra		CE	Análisis del suelo				pH	OD	P	K	CaCO ₃	Cationes Cambiables					
Lab	Corren	Relación 1:1	Arena %	Limo %	Arcilla %	Tensura	Relación 1:1	%	ppm	ppm	%	Ca	Mg	K	Na	Al+H	
Constitución																	
3761	C E SAN MIGUEL Prof 30 cm	0.33	79.68	51.30	19.02	Franco arenoso	6.25	2.27	6.34	246.00	-	23.41	19.10	3.33	0.10	0.52	0.36

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO

ING. ANTONIO EFICISO GUTIERREZ

JEFE DEL LABORATORIO



ELEMENTO	RESULTADOS	INTERPRETACION	MÉTODO O EXTRACTANTE
Arena (%)	29.68	Franco Arenoso	Hidrómetro de Boyoucos
Arcilla (%)	19.02		
Limo (%)	51.30		
pH	6.25	Ligeramente Acido	Potenciómetro pH (1:1)
Materia orgánica (%)	2.27	Medio	Walkley y Black
Fósforo disponible (ppm)	6.34	Bajo	Olsen Modificado
Potasio disponible (ppm)	246	Bajo	Extracción con Acetato de Amonio
CIC	23.41		Saturación con Acetato de Amonio pH 7.0
Cationes cambiables (meq/100g)			Absorción Atómica
Ca	19.10		Absorción Atómica
Mg	3.33		Absorción Atómica
K	0.52		Absorción Atómica
Na	0.10		Yuan
Al + H	0.36		

ANEXO 9. CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DE LAS PLANTAS MADRES**MD-014 (Accesión PER 001149)**

Procedencia	:	Samito-Nanay
Altura	:	3.17 m
Diámetro de tallo	:	5.50 cm
Número de semillas/fruto	:	3
Peso promedio de fruto	:	9.43 g
Peso de pulpa/fruto	:	5.74 g
Peso de cáscara	:	1.59 g
Peso de semilla	:	2.10 g
N° de frutos/planta	:	2518
Rendimiento/planta	:	23.75 kg
Ácido ascórbico/100 g	:	2222 mg
° Brix	:	4.9
pH	:	2.8
Ratio	:	453.5

MD-015 (Accesión PER001150)

Procedencia	:	Yuto-Nanay
Altura	:	2.91 m
Diámetro de tallo	:	7.57 cm
Número de semillas/fruto	:	3
Peso promedio de fruto	:	9.27 g
Peso de pulpa/fruto	:	6.19 g
Peso de cáscara	:	1.46 g
Peso de semilla	:	1.62 g
N° de frutos/planta	:	4097
Rendimiento/planta	:	37.97 kg
Ácido ascórbico/100 g	:	2568 mg
° Brix	:	5.0
pH	:	2.7
Ratio	:	513.6

MD-017 (Accesión PER 001152)

Procedencia	:	Nina Rumi-Nanay
Altura	:	3.89 m
Diámetro de tallo	:	5.93 cm
Número de semillas/fruto	:	4
Peso promedio de fruto	:	8.47 g
Peso de pulpa/fruto	:	5.03 g
Peso de cáscara	:	1.69 g
Peso de semilla	:	1.75 g
N° de frutos/planta	:	4312
Rendimiento/planta	:	36.52 kg
Ácido ascórbico/100 g	:	2028 mg
° Brix	:	4.3
pH	:	2.6
Ratio	:	471.6

ANEXO 10. GALERÍA DE FIGURAS



FIGURA 10. Genotipos utilizados en el experimento, de izquierda a derecha: MD-014, MD-015 y MD-017.



FIGURA 11. Realización del acodo aéreo: 1. Anillado completo 2. Aplicación del sustrato 3. Embolsado del acodo.

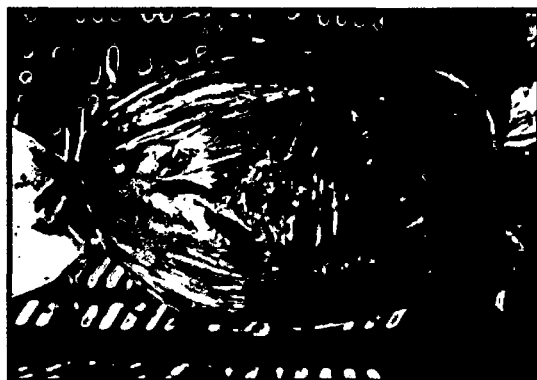


FIGURA 12. Rama con enraizamiento



FIGURA 13. Separación de ramas enraizadas de la planta madre.



FIGURA 14. Terreno delimitado y limpio para el trasplante de las ramas enraizadas.



FIGURA 15. Hoyado del terreno para el trasplante de las ramas enraizadas.



FIGURA 16. Distribución de los tratamientos en el campo.



FIGURA 17. Trasplante de las ramas enraizadas al Campo Experimental.

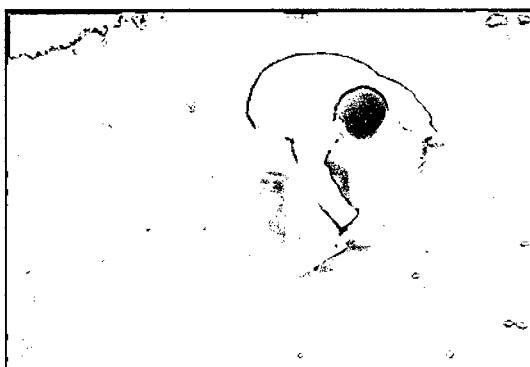


FIGURA 18. Realización de labores culturales (deshierbos) en el campo.



FIGURA 19. Evaluación de la brotación de las ramas a los 90 días.



FIGURA 20. Evaluación de enraizamiento de las ramas a los 90 días, en los tratamientos T01 (izquierda) y T08 (der)