

## Comunicación Científica

# Capacidad de enraizamiento de plantas matrices promisorias de *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh en cámaras de subirrigación<sup>1</sup>

Carlos Abanto Rodríguez<sup>2</sup>, Edvan Alves Chagas<sup>3</sup>, José Sánchez-Choy<sup>4</sup>, Verónica Andrade dos Santos<sup>5</sup>, Ricardo Manuel Bardales Lozano<sup>6</sup>, Gisela Saldaña Ríos<sup>7</sup>

### RESUMEN

Camu camu es una fruta nativa de la Amazonía, que llama la atención por el alto contenido de vitamina C (6,116 mg/100 g de pulpa), está en proceso de domesticación, por lo cual se está investigando un método de propagación vegetativa que permita avanzar en el proceso de mejoramiento genético. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad rizogénica de plantas matrices promisorias de camu camu “*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh” según el aumento del número de hojas, mediante la técnica de estacas herbáceas en cámaras de subirrigación. El ensayo fue conducido mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 9Ax3B, con 3 repeticiones y 15 estacas por unidad experimental. El factor A, estuvo constituido por nueve plantas matrices y el factor B: pares de hojas con 3 niveles: 1; 2 y 3 pares. El enraizamiento fue evaluado después de 90 días. Se observó que existió interacción estadística significativa para las variables: porcentaje de enraizamiento, longitud y número de raíces. Para las variables porcentaje de callo y porcentaje de mortalidad se encontró efecto de la planta matriz y pares de hojas. Los resultados muestran que el porcentaje de enraizamiento estuvo influenciado por efectos intrínsecos adherentes a la variabilidad genotípica de las plantas matrices, presentando un alto grado de dispersión, que osciló entre 91,11 % y 0,00 %, mostrando una alta variabilidad y marcada influencia de la planta matriz sobre el proceso de rizogénesis, influyendo de manera altamente significativa en el enraizamiento. Con respecto al área foliar, estacas con 2 y 3 pares de hojas, independiente de la planta matriz, presentaron mayor capacidad de enraizamiento. Con base en estos resultados se concluye que el efecto de la variabilidad genotípica y el área foliar influyen de manera altamente significativa en el proceso de rizogénesis de estacas herbáceas de camu camu.

**Palabras-clave:** *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, propagación vegetativa, estacas herbáceas, variabilidad genotípica, IIAP.

### RESUMO

## Capacidade de enraizamento de plantas matrizes promissoras de *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh em câmara de subirrigação

O camu-camuzeiro é uma frutífera da Amazônia, que chama à atenção por seu alto teor de vitamina C (6,116 mg/100 g de polpa). Está em processo de domesticação, para o qual está sendo pesquisado um método de propagação vegetativa que permita avançar no melhoramento genético da espécie. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a capacidade rizogênica de plantas matrizes promissoras de camu-camuzeiro “*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh”, segundo o aumento do número de folhas, mediante a técnica de estaquias herbáceas em câmara de subirrigação. O ensaio foi conduzido em desenho de blocos casualizados (DBC), com arranjo fatorial 9Ax3B, com três repetições e 15 estacas por

Enviado el 22/04/2013 y aprobado el 17/09/2013.

<sup>1</sup>Trabajo de investigación del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP.

<sup>2</sup>Ingeniero-Forestal. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Carretera Federico Basadre, Km 12,400, Yarinacocha, Ucayali, Perú. carforestal24@gmail.com (autor para correspondencia).

<sup>3</sup>Ingeniero-Agrónomo, Doctor. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Roraima, Rodovia BR-174, Km 8, Distrito Industrial, Roraima, Brasil. Bolsista de Productividad CNPq. edvan.chagas@embrapa.br

<sup>4</sup>Ingeniero-Agrónomo, Magister. Departamento Agroforestal Acuícola, Universidad Intercultural de la Amazonía, Carretera San José, Km 0,5, Yarinacocha, Ucayali- Perú. jsanchezchoy@gmail.com

<sup>5</sup>Ingeniero Agrónomo, Doctora. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Roraima, Rodovia BR-174, Km 8, Distrito Industrial, Brasil. CAPES/PNPD. veronicaandrade@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Ingeniero-Agrónomo, Magister. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Roraima, Rodovia BR-174, Km 8, Distrito Industrial, Roraima, Brasil. rbardaleslozano@yahoo.es

<sup>7</sup>Estudiante de Ingeniería Agroforestal-acuícola. Universidad Intercultural de la Amazonía, Carretera San José, Km 0,5, Yarinacocha, Ucayali, Perú. gisel4536@gmail.com

unidade experimental. O fator A foi constituído por nove plantas matrizes e, o fator B, por pares de folhas, com 3 níveis (1, 2 e 3). O enraizamento foi avaliado após 90 dias. Observou-se a existência de interação significativa para as variáveis percentagem de enraizamento, comprimento e número raízes. Para as variáveis percentagem de estacas calejadas e percentagem de mortalidade, encontraram-se efeitos de planta matriz e de pares de folhas. Os resultados mostram que a percentagem de enraizamento esteve influenciada por efeitos intrínsecos aderentes à variabilidade genotípica das plantas matrizes, apresentando, assim, alto grau de dispersão, que oscilou entre 91,11 e 0,00 %, mostrando alta variabilidade e marcada influência da planta matriz sobre o processo de rizogêneses, influenciando, de maneira altamente significativa, o enraizamento. Com respeito à área foliar, estacas com dois e três pares de folhas, independentemente da planta matriz, apresentaram maior capacidade de enraizamento. Com base nestes resultados, conclui-se que os efeitos da variabilidade genotípica e da área foliar influenciaram de maneira significativa o processo de rizogênese de estacas herbáceas de camu-camuzeiro.

**Palavras-chave:** *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh, propagação vegetativa, estacas herbáceas, variabilidade genotípica, IIAP.

## INTRODUCCIÓN

Así como el oro, el petróleo, la madera y otras enigmáticas riquezas de la Amazonía, el camu camu es otro regalo, que la naturaleza ofrece a la humanidad (Pinedo *et al.*, 2010). Pertenece a la familia Myrtaceae y fue descrito por primera vez en 1823 por Humboldt, Bompland e Kunth, como *Psidium dubium* H.B.K. En 1963, Rogers McVaugh reclasifica esta especie para el género *Myrciaria*, pasando entonces a llamarse *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh (Silva, 2012).

El camu camu, es una especie nativa de las zonas inundables de la Amazonía, vegetando en las márgenes de los ríos, lagos e igapós sumergido hasta 40 % o totalmente durante los periodos de creciente (Yuyama, 2011). Existen poblaciones naturales en Perú, Brasil, Colombia y Venezuela (Pinedo *et al.*, 2001). Se caracteriza principalmente por ser una fuente importante de vitamina C, debido a su alta concentración de ácido ascórbico (AA) con concentraciones de hasta 6112 mg/100g de pulpa, superior a la acerola considerada una de las frutas más ricas en vitamina C, cuya concentración varía de 973 a 2786 mg/100g de pulpa (Yuyama, 2011).

Sin embargo dada la importancia de la especie, el aprovechamiento comercial es aún inestable, debido a la alta variabilidad genética cuantitativa y cualitativa por poseer flores hermafroditas que ocasiona una polinización con 91% de alogamia y 9% de autogamia, produciendo una amplia variabilidad fenotípica la cual determina una alta heterogeneidad en el rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>) y contenido de AA, lo que vuelve insostenible la producción (Vásquez, 2000). El cultivo está en proceso de domesticación, por lo que se está investigando un método de propagación vegetativa que permita avanzar significativamente en el proceso de mejoramiento genético (Donadio, 2000). La especie presenta ciertas dificultades para el enraizamiento

debido a la presencia de tejidos lignificados típicos de una especie arbustiva (Hartmann & Kester, 1998), por eso la principal forma de obtención de plantas es aún por semillas lo que desalienta su cultivo, visto que la planta demora de 3,5 a 5 años para entrar a producir. Por otro lado el método de propagación asexual permite la producción de plantas con lo cual garantiza la anticipación del periodo productivo y además asegura la manutención de las características deseables de la planta matriz en los descendientes, asegurando la formación de plantaciones homogéneas que facilitará su manejo (Pinedo *et al.*, 2010; Giraldo *et al.*, 2009; Chagas *et al.*, 2012).

En ese sentido varios investigadores han venido desarrollando diversos estudios con diferentes sustratos, tamaño de estacas, dosis de hormonas enraizantes y diferentes ambientes de enraizamiento. En ese sentido Silva *et al.* (2009) obtuvieron 12% de enraizamiento con 3000 mg.L<sup>-1</sup> de ANA en arena mezclada con cáscara de arroz carbonizada utilizando estacas semileñosas de 20 cm de longitud y 0,8 mm de diámetro. Santana (1998), utilizando diferentes métodos de propagación por estaca y diferentes dosis de ANA constató que la concentración de 200 y 2000 mg.L<sup>-1</sup> proporcionó mayor enraizamiento con 56 y 48% respectivamente. Delgado & Yuyama (2010) obtuvieron 58% de enraizamiento utilizando concentraciones de 200 mg.L<sup>-1</sup> de AIB en estacas de 20 cm de longitud. Por otra parte, Oliva (2005), comparando el efecto de 200 mg.L<sup>-1</sup> de AIB y ANA en diferentes tiempos de inmersión (24 y 48 horas), constató que el mejor tratamiento para el enraizamiento fue la utilización de 200 mg.L<sup>-1</sup> de AIB en 48 horas, seguido por 200 mg.L<sup>-1</sup> de ANA por 24 horas, encontrando 80 y 60% de enraizamiento. Entretanto, Galucio (2002), utilizando estacas semileñosas, con diámetros mayores a 8 mm y 200 mg L<sup>-1</sup> de ANA obtuvo 90% de enraizamiento.

Por otro lado Abanto *et al.* (2012), trabajando con estacas herbáceas (basales, medias, apicales) y dosis de AIB (00, 100, 200, 400, 800 mg L<sup>-1</sup>) con un par de hojas en cámaras de subirrigación, obtuvo mejores resultados con las estacas de la sección media, alcanzando hasta 38,9% de enraizamiento en el tratamiento 00 ppm. En ese sentido Taiz & Zeiger (2004) citado por Tavares *et al.* (2012), mencionan que, estacas herbáceas de ramas terminales favorecen una mayor formación de raíces, debido a la presencia de auxinas que son producidas en el meristema apical del ramo y que son transportadas de forma basípeta por las células del parénquima hasta la base de las estaquillas, donde es promovido el enraizamiento, ya Gonzales & Schimidt (1992) citado por Sasso *et al.* (2010), sostienen que estacas menos lignificadas requieren menos estímulo de auxinas exógenas que las leñosas, tanto para iniciar cuanto para expresar inhibición del enraizamiento.

Como se observa, se han obtenido resultados satisfactorios pero aún no se ha logrado obtener incrementos significativos en la tasa de propagación y optimizar la producción a gran escala de plantas para ser establecidas en futuros cultivos con características agronómicas deseadas. Por lo expuesto el presente trabajo tiene por objetivo determinar la capacidad rizogénica sin auxinas sintéticas de plantas matrices promisorias de camu camu, con diferentes pares de hojas, mediante propagación vegetativa, utilizando estacas herbáceas en cámaras de subirrigación.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo fue realizado durante los meses de agosto, septiembre y octubre del año 2010, en el área de propagación vegetativa de la estación experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP, ubicado en el km. 12,4 de la Carretera Federico Basadre, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, situado a 8° 22' 31" de latitud sur y 74° 34' 35" de longitud oeste y a una altitud de 154 msnm. El estudio fue conducido mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 9Ax3B, con 3 repeticiones y 15 estacas por unidad experimental. El factor A (planta matriz) constituido por nueve plantas matrices de camu camu de 22 años de edad y el factor B: pares de hojas con 3 niveles: 1; 2 y 3 por estaca. Para la instalación del experimento se realizaron las siguientes actividades:

### *Identificación y selección de plantas matrices*

Las estacas herbáceas se obtuvieron de nueve plantas matrices promisorias de camu camu de 22 años de edad, con características genéticas superiores de rendimiento de frutos (kg/pl/año), ácido ascórbico (AA/

100g de pulpa) y tamaño de fruto. Las plantas fueron establecidas vía semilla y localizadas en la Unidad de Conservación del Anexo Pacacocha del Instituto de Innovación Agraria- INIA, Pucallpa.

### *Obtención e instalación de las estacas*

Para obtención de las estacas herbáceas, previamente se realizó un manejo de las plantas matrices en campo. Fue realizada una poda de fructificación a nivel terciario de las ramas fruteras a una altura promedio de 2,60 m del suelo, con el objeto de obtener material vegetativo de propagación (Ramas nuevas de la misma edad cronológica). Además se aplicó abono foliar Extrafollage® en una dosis de 7,5 g/L/planta, cada 15 días por un periodo de 3 meses. También se evaluó el crecimiento y desarrollo de las ramas para establecer el momento óptimo de cosecha, el cual fue antes de la producción de botones florales.

Después de 3 meses, las ramas fueron colectadas a una altura de 2,65 m del suelo durante las primeras horas del día e inmediatamente acondicionadas en cajas de poliestireno expandido con cubos de hielo para una temperatura entre 14 a 16 °C. Para evitar el contacto directo de las ramas se colocó papel bond de 75 g sobre ellos; mantener las cajas con sus respectivos códigos fueron selladas herméticamente con cinta de embalaje para ser transportados hasta el centro de propagación vegetativa del IIAP.

Las estacas herbáceas fueron obtenidas de la sección media de las ramas, con una longitud de 12 cm y con 1; 2; y 3 pares de hojas cortadas a 50% de su área foliar a fin de lograr un balance entre la transpiración y la fotosíntesis. Se instalaron a una distancia de 5 x 5 cm en hoyos de 3 cm de profundidad y 5 mm de diámetro.

El monitoreo de enraizamiento se realizó durante 90 días mediante la verificación continua de la temperatura y humedad relativa las cuales oscilaron entre 20 a 35°C y 80 a 95% respectivamente. Las variables estudiadas fueron porcentaje de enraizamiento, porcentaje de callos, porcentaje de mortalidad, número y longitud de raíces (cm). Los datos fueron transformados en  $\sqrt{x + 0,5}$  y sometidos a análisis de varianza y las medias de los tratamientos fueron comparadas estadísticamente por la prueba de Tukey a 5% de significancia ( $P \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resumen del análisis de varianza (Tabla 1) evidencia interacción entre los factores planta matriz y pares de hojas para las variables: porcentaje de enraizamiento, longitud (cm) y número de raíces. Hubo efecto de la planta matriz sobre el porcentaje de callo, y por otro lado el porcentaje de mortalidad, estuvo influenciado por la planta matriz y los pares de hojas.

Los resultados muestran que camu camu, presenta una alta variabilidad y marcada influencia de la planta matriz sobre el proceso de rizogénesis de estacas herbáceas. Los mejores resultados de enraizamiento se encontraron con los tratamientos correspondientes a las estacas de los clones 2; 253 y 261 con 3 pares de hojas, con 91,13%; 88,90% y 68,90 % respectivamente. Igualmente resultaron ser mejores cuando se trató con 2 pares de hojas, obteniendo 86,66%; 75,53% y 64,43% de enraizamiento, no existiendo diferencias estadísticas significativas entre ellos (Tabla 2). Resultados similares obtuvo Rocha (1998), quien trabajó con esquejes entre 10 y 15 cm de longitud, rama terminal, sin floración y 3 pares de hojas sanas. Con respecto a la presencia de las hojas en las estacas Sasso *et al.* (2010); Mesen (1998); Rojas *et al.* (2004) e Hartmann & Kester (2000), aseguran que estas auxilian el enraizamiento, ya que son responsables por la síntesis de auxinas y carbohidratos indispensables para la proliferación y división de las primeras células de la raíz.

Por otro lado, tratamientos conformados por los clones 227 y 192 con 1 par de hojas, obtuvieron 0% de

enraizamiento (Tabla 2). Esto pudo estar influenciado por la reducida área foliar, lo cual no facilitó una adecuada fuente de reserva nutritiva en los tejidos, para un eficiente ordenamiento de los elementos promotores del enraizamiento (Mesen, 1998).

Así mismo se observó (Tabla 2) que el porcentaje de enraizamiento de las estacas fue influenciado por la variabilidad genotípica de las plantas matrices, lo cual expresó un alto grado de dispersión, que osciló entre 91,13 % y 0,00 %. Esto es perjudicial ya que, a un nivel comercial, un enraizamiento por debajo del 70 %, no se considera adecuado para ninguna especie (Leakey *et al.*, 1990). Para el caso de los clones con bajo porcentaje de enraizamiento comprendidos entre 0,00 % y 70 % se realizaran nuevos experimentos con aplicación de diferentes dosis de auxinas para comprobar la respuesta de las plantas matrices a la inducción hormonal sintética. En tal sentido queda demostrado que camu camu, presenta una amplia variabilidad genética, debido a efectos adherentes al genotipo propagado tal como lo manifiesta Oliva & Vargas (2003).

**Tabla 1.** Resumen del análisis de variancia del porcentaje de enraizamiento, porcentaje de callo, porcentaje de mortalidad, longitud de raíz (cm) y número de raíces, en función de plantas matriz y pares de hojas, a los 90 días después del proceso de enraizamiento

Factor de variación	GL	Cuadrado Medio				
		% de Enraizamiento	% de Callo	% de Mortalidad	Log. de raíz (cm)	Nº de Raíces
Planta Matriz (PM)	8	44,22**	21,17**	7,18**	0,93**	21,18**
Pares de hojas (PH)	2	36,56**	11,71 <sup>NS</sup>	35,39**	5,37**	11,71**
PMxPH	16	1,90**	4,21 <sup>NS</sup>	0,96 <sup>NS</sup>	0,53**	4,21**
Residuo	54	0,31	3,76	1,46	0,02	3,76
CV (%)		9,06	38,83	23,19	7,30	6,55

\*\* , \* , <sup>NS</sup>-Significativo a 1% y 5% de probabilidad y no significativo por la prueba de Tukey, respectivamente.

**Tabla 2.** Porcentaje de enraizamiento, número y longitud de raíces (cm) por el efecto de planta matriz y pares de hojas

Planta matriz	% de Enraizamiento			Número de raíces			Longitud de raíces (cm)		
	Pares de hojas								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
192	0,00Bc	15,53Ad	17,76Ad	0,00Be	1,26Ae	1,26Ac	0,00Cd	8,26Ba	11,90Aa
227	0,00Bc	17,76Ad	24,46Ad	0,00Be	1,26Ae	1,30Ac	0,00Bd	1,50Ad	1,90Ae
40	13,33Bb	20,00ABd	28,86Acd	1,00Bd	1,53ABde	1,83Abc	1,86Babc	2,63Acd	3,16Acd
278	13,33Bb	44,43Ac	46,66Abc	1,33Bbcd	2,03Abcd	1,73ABbc	1,33Cc	3,50Bbc	4,66Abc
43	20,00Bb	44,43Ac	51,10Ab	1,20Bd	2,53Aab	2,26Ab	1,36Bc	4,66Ab	4,30Abcd
253	53,30Ba	75,53Aab	88,90Aa	1,96Babc	3,26Aa	3,93Aa	3,06Ba	4,53Ab	4,80Ab
81	53,30Aa	60,00Abc	48,90Ab	1,23Acd	1,63Acde	1,70Abc	2,23Babc	4,33Ab	4,90ab
261	57,76Aa	64,43Aabc	68,90Aab	2,23Aa	2,23Abcd	2,40Ab	2,76Aab	2,6Acd	3,00Ade
2	64,43Ba	86,66Aa	91,13Aa	1,96Aab	2,26Aabc	2,306ab	1,63Cbc	2,86Bc	4,10Abcd
Promedio	30,61	47,64	52,22	1,36	2,00	2,09	1,58	3,87	4,75

Em cada planta matriz (línea), medias seguidas de por lo menos una misma letra mayúscula no difieren entre sí, por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

En cada pares de hojas (columna) medias seguidas de por lo menos una misma letra minúscula no difieren entre sí, por la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Del mismo modo Wendling (2000), menciona que, entre los factores internos que influyen en el enraizamiento se encuentran las características propias de la especie y/o el clon, cuyo potencial varía además con la época del año. De la misma forma Alfenas *et al.*, (2009), sostiene que el proceso de formación radicular puede estar influenciado por la constitución genética de la planta matriz. En ese sentido algunas especies presentan grandes diferencias en la capacidad rizogénica. En experiencias con clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, se ha observado que algunos clones pueden llegar a obtener más de 80 % de enraizamiento, mientras que con otros no se consigue la inducción de raíces (Rojas *et al.*, 1997).

Por otro lado experiencias en enraizamiento de estacas de Myrtaceas fueron reportados por Altoé *et al.* (2011), donde consiguieron altos porcentajes de enraizamiento en arazá y guayaba sin la aplicación de auxinas, con lo cual demostraron que la utilización de este material es una técnica viable para la producción de plantas.

Para el presente trabajo la capacidad de enraizamiento de camu camu se vio afectada por el factor genotipo, ya que los otros factores como el sustrato, área foliar, humedad relativa y temperatura fueron constantes para todos los clones en estudio. Es probable que la capacidad de enraizamiento de camu camu, esté condicionada genotípicamente tal como ocurre para las especies arbóreas antes mencionadas. Este factor es de suma importancia para futuros trabajos de clonación, donde hay que tener en cuenta el genotipo a ser propagado. En este sentido, según los resultados, uno de los problemas de la propagación vegetativa de camu camu es la variabilidad genética, razón por la cual a la fecha los investigadores no han logrado establecer la dosis para enraizamiento, debido a respuestas variables. En consecuencia una dosis de hormonas no se puede generalizar para todos los clones y probablemente también no se tomó en cuenta los criterios de selección del material genético.

Se discute que otro de los factores probables que podría haber contribuido en una disminución en la capacidad rizogénica de algunos clones, sería la edad de la planta matriz, dado que el material vegetal empleado procedió de plantas adultas de 22 años de edad. Se ha demostrado que las estacas de árboles juveniles enraízan mejor que estacas de árboles adultos (Mesen, 1998; Fachinello *et al.*, 2005) y que el factor juvenilidad de la planta matriz es determinante en la obtención de un alto porcentaje de enraizamiento de estacas. Como regla general, a medida que aumenta la edad cronológica del material a propagar, disminuye la capacidad de enraizamiento (Hartmann & Kester, 1998).

En relación al número de raíces (Tabla 2), se observa que los clones con 2 y 3 pares de hojas no presentan diferencias estadísticas significativas, sin embargo estos

difieren con un par de hojas en la mayoría de los clones, menos en los clones 81; 261 y 2 que presentaron resultados similares. Los mejores resultados encontrados fueron de 3,93 y 3,26 raíces/estacilla, correspondiente al clon 253, cuando se trató con 3 y 2 pares de hojas respectivamente, los mismos que estadísticamente no difieren entre sí, pero estadísticamente fueron superiores a las demás combinaciones.

Con respecto a la longitud de raíces (cm - Tabla 2), se observa que a medida que se incrementa el área foliar la longitud es mayor en la mayoría de los clones, sin embargo este incremento es más evidente y altamente significativo cuando las estacas aumentan de 1 para 2 pares de hojas, ya cuando se pasa de 2 para 3 pares el incremento disminuye, sin diferencias estadísticas significativas. Por otra parte los clones 192; 278 y 2 presentaron mayor longitud de raíz (cm) siendo 11,90; 4,66 y 4,10 cm respectivamente con 3 pares de hojas existiendo significancia frente a 1 y 2 pares respectivamente. Por lo tanto se puede afirmar que a partir de 3 pares de hojas la variable respuesta no presenta significancia, al aumentar 1 par más, por el contrario podría incrementarse el porcentaje de la mortalidad por el aumento del área de transpiración.

En algunos clones (Tabla 3) se observa que la formación de callo fue superior a la tasa de enraizamiento (Clones: 40; 227 y 192) y viceversa (Clones: 2; 253 y 261); lo que confirma que este proceso y el de rizogénesis son independientes en la mayoría de las plantas, siendo que

**Tabla 3.** Prueba de Tukey para el porcentaje de callo y mortalidad por el efecto de la planta matriz y pares de hojas

Planta matriz	% de enraizamiento	% de Callo	% de mortalidad
2	91,13a	9,62 c	25,92 ab
227	17,76d	23,7 bc	37,78 a
81	48,90b	23,7 bc	33,34 a
253	88,90a	22,22 bc	15,55 b
261	68,90ab	22,96 abc	20,74 ab
43	51,10b	30,38 abc	37,77 a
278	46,66bc	38,51 abc	34,81 a
40	28,86cd	46,67 ab	31,11 a
192	17,76d	56,30 a	33,32 a
Promedio	51,11	30,45	30,04
Pares de hojas	% de enraizamiento	% de Callo	% de mortalidad
1	30,61b	36,30 a	42,20 a
2	47,65a	27,65 a	25,92 ab
3	51,85a	27,41 a	19,99 b
Promedio	43,37	30,45	30,03

En cada planta matriz e pares de hojas (columna), medias seguidas de por lo menos una misma letra minúscula no difieren entre sí, por la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).

la ocurrencia simultánea se debe a la dependencia de condiciones internas y ambientales similares, sin embargo, en algunas especies, la formación de callo puede ser precursora de la formación de raíces adventicias (Hartmann *et al.*, 2002).

En ese sentido Mayer *et al.* (2006) trabajando con enraizamiento de estacas de 4 cultivares de uva, verificó que la presencia de callos en 3 de ellos, no estuvo directamente relacionada con la formación de raíces adventicias, puesto que ellas se originaron en los locales próximos a los callos de la base de las estacas, mas no directamente de ellos.

Con respecto al porcentaje de mortalidad (Tabla 3), se observó que disminuyó cuando se incrementó el área foliar, presentando una relación inversa con el porcentaje de enraizamiento. Estos resultados muestran la importancia de dejar un cierto número de hojas, a fin de obtener la mayor sobrevivencia de estacas y por ende un mayor % de enraizamiento. Se observa que la mortalidad más alta se dio cuando las estacas presentaron un par de hojas (44,20%), también fue el que presentó mayor porcentaje de formación de callo (36,30%). Es probable que la energía utilizada solo se usó para la formación de callo, y no para el proceso de desdiferenciación celular. Esto comprueba una vez más, que la presencia de hojas estimula el desarrollo radicular por la fotosíntesis a través del aumento de la translocación de carbohidratos para la base de la estaca y también por la producción de auxinas por las hojas que son transportadas para la base de forma polar (Haissig, 1984; Tchoundjeu *et al.*, 2000).

## CONCLUSIONES

En las condiciones en que este trabajo fue desarrollado se puede concluir que la variabilidad genotípica y el área foliar influyen de manera altamente significativa en el proceso de rizogénesis de estacas herbáceas de camu camu.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana-IIAP, por el apoyo financiero y al Instituto de Innovación Agraria- INIA Pucallpa, por la cooperación para la realización del experimento.

## REFERENCIAS

Abanto RC, Oliva CC, Chagas AE, Dos Santos AV, Bacelar-Lima GC, Andrade CK & Bardales LR (2012) Propagación de estacas herbáceas de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) en cámara de sub irrigación en Ucayali-Perú. In: XXII Congreso Brasileiro de fruticultura, Bento Gonçalves. Anales, Comité Técnico-Científico. p.5716-5720.

Alfenas AC, Zauza EAV, Mafia RG & Assis TF (2009) Clonagem e doenças do eucalipto. 2ª Ed. Viçosa, Editora UFV. 500p.

Altoé AJ, Marinho SC, Costa IM & Barroso GD (2011) Propagação de araçazeiro e goiabeira via ministaquia de material juvenil. Revista Bragantina, 70:312-318.

Chagas AE, Bacelar-Lima CG, Carvalho AS, Ribeiro GMI, Sakazaki TR & Neves CL (2012) Propagação do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh). Revista Agro@mbiente, 6:67-73.

Delgado JPM & Yuyama K (2010) Comprimento de estaca de camu-camu com ácido indolbutírico para a formação de mudas. Revista Brasileira de Fruticultura, 32: 522-526.

Donadio L (2000) Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Well) Berg). Jaboticabal, FUNEP. 55p.

Fachinello JC, Hoffmann A & Natchigal JC (2005) Propagação de plantas frutíferas. Brasília, Embrapa informações tecnológicas. 221p.

Galucio PB (2002) Producción de mudas de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) por estacas utilizando ramas provenientes de diferentes tipos y posiciones de la planta. Manaus, INPA-Brasil. 20p. (Nota Técnica, 01).

Giraldo AL, Rios FH & Polanco FM (2009) Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. Revista de investigación Agraria y Ambiental, 0(1):41-47.

Hartmann H & Kester D (1998) Propagación de plantas. Principios y prácticas. 6ª edición. México D. C., Compañía Editorial Continental. 760p.

Hartmann H, Kester D, Davie F & Genever R (2002) Plant Propagation: principles and practices. 7ª ed. New Jersey, Prentice Hall. 880p.

Hartmann H & Kester D (2000) Propagación de plantas. Principios y prácticas. 8ª edición. México D. C., Compañía Editorial Continental. 760p.

Haissig BE (1984) Carbohydrate accumulation and partitioning in *Pinus banksiana* seedlings and seedling cuttings. Physiologia Plantarum, 61:13-19.

Leakey R, Mesen F, Tchoundjeu Z, Longman A & Newton A (1990) Low technology techniques for vegetative propagation of tropical trees. Commonwealth Forestry Review, 66:61-75.

Mesen F (1998) Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: Uso de Propagadores de sub-Irrigación. Turrialba, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. 33p.

Mayer SLJ, Biasi AL & Bona C (2006) Capacidade de enraizamento de estacas de quatro cultivares de *Vitis L.* (Vitaceae) relacionada com os aspectos anatômicos. Revista Acta Botânica Brasílica, 20:563-568.

Oliva C & Vargas V (2003) Caracterización morfológica de 315 plantas de camu camu arbustivo *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, en Pacacocha-INIA. Pucallpa, IIAP. 16p. (Informe técnico, 01).

Oliva C (2005) Efecto de fitorreguladores enraizantes y la temperatura en el enraizamiento de estacas de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, camu camu arbustivo, em Ucayali-Perú. Revista Folia Amazónica, 14:19-25.

Pinedo PM, Delgado VC, Farroñay PR, Imán CS, Villacrés VJ, Faching ML, Oliva CC, Abanto RC, Bardales LR & Vega VR (2010) Camu- Camu (*Myrciaria dubia*- Myrtaceae): Aportes para su Aprovechamiento Sostenible en la Amazonia Peruana. Iquitos, FINCyT. 130p.

Pinedo PM, Riva RR, Rengifo SE, Delgado VC, Villacres VJ, González CA, Inga SH, López UA, Farroñay PR, Vega VR & Linares BC (2001) Sistema de producción de camu camu en restinga. Iquitos, IIAP. 143p.

- Rocha G (1998) Manual de propagação de plantas. 2ª ed. Buenos Aires, Editorial Ateneo. 209p.
- Rojas P, Arce P & Arriagada M (1997) Propagação vegetativa por estacas em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. Revista Ciencia e Investigación Forestal, 1:1-8.
- Rojas S, García J & Alarcon M (2004) Propagação Asexual de Plantas. Conceptos Básicos y Experiencias con Especies amazónicas. Tibaitatá-Bogotá-Colombia. CORPOICA / PRONATA / MADR. 55p.
- Silva SC (2012) O Gênero *Myrciaria* O. Berg (MYRTACEAE) na Amazônia brasileira. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 56p.
- Silva CF, Castro MA, Chagas AE & Pessoni AL (2009) Propagação vegetativa de camu-camu por estaquia: efeito de útorreguladores e substratos. Revista Agro@ambiente, 3:92-98.
- Santana SC (1998) Propagação de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) McVaugh) por meio de estaquia. Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, 29:166-171.
- Sasso ZS, Citadin I & Danner AM (2010) Propagação de jabuticabeira por estaquia. Revista Brasileira de Fruticultura, 32:577-583.
- Tchoundjeu Z, Avana ML, Leakey RRB, Simons AJ, Asaah E, Duguma B & Bell JM (2000) Vegetative propagation of *Prunus africana*: effects of rooting medium, auxin concentrations and leaf area. Agroforestry Systems, 54:183-192.
- Tavares BI, Momnté GV, Barreto GH, Castro GH, Santos RG & Nascimento R I (2012) Tipos de estacas e diferentes substratos na propagação vegetativa da erva cidreira (quimiotipos I, II e III). Bioscience Journal, 28:206-213.
- Vásquez A (2000) El camu camu. Cultivo, manejo e investigaciones. Iquitos, Editora Gráfica. 218p.
- Wendling I (2000) Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus spp* por miniestaquia. Revista Árvore, 24:181-186.
- Yuyama KA (2011) A cultura de camu-camu no Brasil. The culture of camu-camu in Brazil. Revista Brasileira de Fruticultura, 33:i-ii.