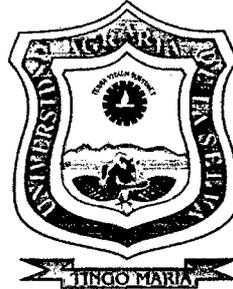


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Paullinia clavigera*
Schide Var. ‘Bullata’ D.R. SIMPSON, MEDIANTE TRES
TIPOS Y DOS TAMAÑOS DE ESTACAS EN LA CIUDAD
DE PUCALLPA”**

TESIS

Para optar al título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Freddy MENDOZA REAP

Tingo María – Perú

2011



F04

M42

Mendoza Reap, Freddy

Propagación Vegetativa de *Paullinia clavigera Schide* Var. "Bullata" D.R. Simpson, Mediante tres Tipos y dos Tamaños de Estacas en la Ciudad de Pucallpa. Tingo María, 2011

102 h.; 37 cuadros; 24 fgrs.; 29 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

1. PAULLINIA CLAVIGERA SCHIDE VAR 2. PROPAGACION VEGETATIVA 3. ENRAIZAMIENTO-ESTACAS 4. PRODUCCION-PLANTONES 5. VIVERO 6. PERU.

DEDICATORIA

A mis padres **ROMULO** y **EMILIA**,
con todo el amor y cariño de
siempre, y mi eterno
agradecimiento, a quienes con su
sacrificio, comprensión y
abnegación hicieron posible que
cumpla mi sueño de ser
profesional.

A mis hermanos **MILITZI**, **PERCI**,
NILDER y **JOVANA**, por todo su
cariño y apoyo.

A mis grandes amigos, **ALDO SÁNCHEZ VICENTE**, **ZUMEL KEVIN AGUILAR**
FASANANDO y **JANETT KARINA RAYMUNDO MODESTO** por su
comprensión y apoyo incondicional en la culminación de mi profesión.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por haberme dado la oportunidad de lograr mi formación profesional.
- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), por haber financiado el trabajo de investigación.
- A los miembros del jurado, Ing. M. Sc. Fausto Silva Cárdenas, Ing. Jaime Chávez Matías e Ing. Jorge Cerón Chávez.
- A mi asesor Ing. Carlos Miranda Armas, docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la selva.
- A mi coasesor Ing. Diana Pérez Dávila, investigadora del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.
- Al Ing. M. Sc. David Guarda Sotelo, docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por su apoyo brindado en el análisis estadístico.
- A mis amigos, William Vásquez Saldaña, Richard Rojas Ruiz, Harvey Pacífico Pinedo Arévalo, que me brindaron su apoyo físico y moral.
- A todas las demás personas que de una u otra manera contribuyeron en la culminación de mi carrera profesional.

INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1. Generalidades de <i>Paullinia clavigera</i> Schide Var. 'Bullata' D.R. Simpson "sacha yoco".....	13
2.2. Propagación vegetativa.....	15
2.3. Factores que afectan la multiplicación por estacas.....	24
2.4. Selección del material para estacas.....	25
2.5. Enraizamiento y propagación de estacas.....	31
2.6. Bases fisiológicas de la iniciación de raíces adventicias.....	38
2.7. Efecto de las hojas sobre el enraizamiento.....	38
2.8. Condiciones ambientales de enraizamiento.....	42
2.9. Cultivos de plantas medicinales y biocidas	44
III. MATERIALES Y METODOS.....	46
3.1. Lugar de ejecución	46
3.2. Componentes en estudio	48
3.3. Tratamientos en estudio.....	48
3.4. Diseño experimental.....	48
3.5. Características del campo experimental	50
3.6. Ejecución del experimento.	51
3.7. Observaciones registradas y metodología	54
IV. RESULTADOS.....	58
4.1. De la longitud de brotes por estaca (cm).....	58

4.2.	Del número de hojas por brote.....	62
4.3.	De la longitud de raíces por estaca (cm).....	66
4.4.	Del número de raíces por estaca.....	69
4.5.	Del diámetro de brote (cm).....	72
4.6.	Del área foliar (cm ²).....	74
4.7.	De la materia seca (g).....	77
V.	DISCUSIÓN.....	80
5.1.	De la longitud de brotes.....	80
5.2.	Del número hojas por brote.....	81
5.3.	De la longitud y número de raíces por estaca.....	83
5.4.	Del diámetro de brote.....	86
5.5.	Del área foliar.....	87
5.6.	De la materia seca.....	88
VI.	CONCLUSIONES.....	94
VII.	RECOMENDACIONES.....	95
VIII.	RESUMEN.....	96
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	98
X.	ANEXO.....	102

INDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (Mayo 2004 – Enero 2005).....	47
2. Descripción de los tratamientos en estudio.....	48
3. Esquema del análisis de variancia.....	50
4. Análisis de variancia para el carácter longitud de brotes/estaca.....	58
5. Prueba de Duncan para tipos de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> (factor A), en el carácter longitud de brotes por tipo de estaca.....	60
6. Prueba de Duncan para tamaños de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> , en el carácter longitud de brotes.....	61
7. Análisis de variancia para el carácter número de hojas/brote.....	63
8. Prueba de Duncan de la interacción de los factores AxB para el número de hojas por brote.....	64
9. Comparación múltiple de Duncan para los tipos y tamaños de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> , en el número de hojas/brote.	65
10. Análisis de variancia para el carácter longitud de raíces/estaca.....	66
11. Prueba de Duncan para tipos de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> , en la longitud de raíces/tipo de estaca.....	67
12. Prueba de Duncan para el tamaño de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> en la longitud de raíces/estaca.	68
13. Análisis de variancia del carácter número de raíces/estaca.	69
14. Prueba de Duncan para la interacción de los factores AxB para el número de raíces/estaca.....	70

15. Comparación múltiple de Duncan para los tipos y tamaños de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> en el número de raíces/estaca.....	71
16. Análisis de variancia del carácter diámetro de brote/estaca.	72
17. Prueba de Duncan para tipos de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> , en el diámetro de brote.	73
18. Análisis de variancia para el área foliar.....	74
19. Comparación múltiple entre los factores en estudio para el área foliar.	75
20. Prueba de Duncan para tipos y tamaño de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> en el área foliar.....	76
21. Comparación múltiple de Duncan para tipos y tamaños de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> en el área foliar.	77
22. Análisis de variancia para la materia seca.....	77
23. Comparación múltiple de Duncan para tipos y tamaños de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> en la materia seca.....	79
24. Promedio general de evaluación para longitud de brotes.....	106
25. Promedio general de evaluación para número de hojas/brote.....	106
26. Promedio general de evaluación para longitud de raíz/estaca.....	106
27. Promedio general de evaluación para número de raíces/estaca.	107
28. Promedio general de evaluación para diámetro de brote.	107
29. Promedio general de evaluación para área foliar.....	107
30. Promedio general de evaluación para materia seca.	108
31. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter longitud de brotes/estaca.....	108

32. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter número de hojas/brote.	109
33. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter longitud de raíces/estaca.	109
34. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter número de raíces/estaca.....	110
35. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter diámetro de brote.....	110
36. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter área foliar.	111
37. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter materia seca.	111

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Comportamiento de los tipos de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> , en relación a la longitud de brotes.	61
2. Comportamiento de la longitud de brotes en función al tamaño de estacas (factor B) en la longitud de los brotes de <i>Paullinia clavigera</i>	62
3. Comportamiento de los tipos de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> en la longitud de raíz.	67
4. Comportamiento del tamaño de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> en la longitud de raíces/estaca	69
5. Comportamiento de los tipos de estacas (factor A) de <i>Paullinia clavigera</i> , en el diámetro de brotes.	74
6. Comportamiento de los tipos de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> , en el área foliar.	77
7. Comportamiento de los dos tamaños de estacas en el área foliar de <i>Paullinia clavigera</i>	77
8. Croquis del campo experimental.....	103
9. Humedad relativa promedio por meses evaluados.....	104
10. Temperatura promedio por mes.....	105
11. Número de raíces/estaca, en tres tipos de estacas de <i>Paullinia clavigera</i>	112
12. Número de raíces/estaca, en dos tamaños de estacas de <i>Paullinia clavigera</i>	112

13. Tamaño de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> (factor B) en el diámetro de brote.....	113
14. Tamaño de estacas de <i>Paullinia clavigera</i> en materia seca.	113
15. Acondicionamiento de camas de propagación.....	114
16. Recolección de estacas de <i>P. clavigera</i>	114
17. Selección, corte y tratamientos a las estacas.	115
18. Empaque de las estacas.....	115
19. Ambiente de propagación	116
20. Transplante de las estacas	116
21. Emisión de brotes en los diversos tratamientos de las estaca.....	117
22. Sistema de riego	117
23. Evaluación de raíces a los 105 días de la siembra.....	118
24. Vista del ambiente de ejecución del experimento.....	118

I. INTRODUCCIÓN

La constante preocupación de la población que demanda alimentos con fines de conservación de la salud y del medio ambiente, buscando productos que provengan de un manejo o producción orgánica, son una de las causales de la constante investigación e innovación agrícola para mejorar el manejo tecnológico de los diferentes cultivos, que día a día viene integrado diversas alternativas en el manejo y control de enfermedades y plagas, desinfección de semilla, propagación de especies, etc.

En la actualidad, la mayoría de los ecosistemas del mundo están siendo destruidos a velocidad alarmante, y muchas de sus especies están al borde de la extinción por el uso excesivo de productos químicos en las actividades agrícolas; por lo que se hace necesaria la investigación de alternativas que brinden una seguridad alimentaria (conservación de los recursos y salud) a la población mundial.

La biodiversidad de la especie vegetal ha cobrado interés por el hecho de contar con especies que de forma natural han venido realizando el control de la población benéfica y dañina de los cultivos; y que se convierten en una alternativa de menor costo para el control de plagas en cultivos hortícolas de granos, frutas y otros. Ya que contribuyen a mantener el equilibrio ecológico sin afectar drásticamente el desarrollo, cambio y evolución de la naturaleza. Existen varias plantas que tienen sustancias tóxicas contra las bacterias,

hongos e insectos, principalmente aquellas que contienen principios bioactivos como benzoatos, cianamatos, cumarinas, quinonas y flavonoides. Ya son muy conocidas las propiedades químicas que presentan algunas especies, como ejemplo el "sacha yoco". La amazonía peruana representa para la humanidad una enorme reserva biológica, encontrándose en ella una gran variabilidad de especies nativas tanto animales como vegetales los cuales presentan un enorme potencial para su uso. Esta reserva tiene una gran vulnerabilidad frente a factores externos de su ecosistema, siendo los más críticos la explotación indiscriminada y sin consideraciones básicas para su aprovechamiento sostenible. Además muy poco se conoce de cómo se cultivan y se manejan agronómicamente las plantas con propiedades biocidas; haciéndose necesario la investigación con fines de multiplicación vegetativa, que garanticen la supervivencia y abundancia de la especie para poder ser producida o explotada a gran escala y al menor tiempo.

Debido a la problemática mencionada en el presente trabajo de investigación, a fin de proporcionar las condiciones necesarias para la obtención de plántones de "sacha yoco" (*Paullinia clavigera* Schide Var. 'Bullata' D.R. Simpson) con buen desarrollo, nos planteamos el siguiente objetivo:

- Determinar el mejor tipo y tamaño de estaca para el enraizamiento y producción de plántones de "sacha yoco" (*Paullinia clavigera* Schide Var. 'Bullata' D.R. Simpson).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de *Paullinia clavigera* Schide Var. 'Bullata' D.R. Simpson, "sacha yoco"

De acuerdo a LEÓN (1987), la especie "sacha yoco" se encuentra clasificada de la siguiente manera:

Reino	:	Plantae
Clase	:	Dicotiledeonea
Orden	:	Sapindales
Familia	:	Sapindaceae
Nombre científico	:	<i>Paullinia clavigera</i>
Nombre vulgar	:	"Sacha yoco".

El "sacha yoco" presenta tallos aristados, de 3 – 6 lóbulos, ramitas aristadas, puberulas. Hojas pinnadas; foliolos ovado-elípticos, aserrados o sub enteros, haz glabra, envés puberulo; venas secundarias arqueadas, venación reticulada; raquis alado; estípulas lanceoladas a lanceolar sub aladas, obovadas, hasta 20 x 25 mm, estípite de 3 mm de largo.

Es una planta endémica de la Amazonía, las poblaciones naturales se ubican en ecosistemas de altura formando parte del bosque primario y/o residuales, en planicie inundable, orilla de los ríos (BRAKO y ZARUCCHI, 1996) y en tierra firme en bosque primario; requieren de poca luminosidad, de moderada a alta humedad relativa, altitudes de 0 a 2000 msnm, prefieren suelos arcillosos y son tolerantes a suelos con baja fertilidad. Se encuentra

distribuido en los departamentos de Junín, Loreto, San Martín, Ucayali, (BRAKO y ZARUCCHI, 1996).

La raíz se utiliza como veneno para la pesca (ictiotóxico); presenta actividad antifúngica y moluscicida (IIAP, 2003). En la Amazonía Peruana se utiliza la infusión de la corteza y la raíz en lavados de micosis y heridas cutáneas. También puede tomarse vía oral previo macerado en aguardiente (VELA, 2003).

El contenido de taninos (principalmente ácido catecutánico y catecol) es muy alto; asimismo presenta una gran cantidad de cafeína que varía de 3 a 5% de peso seco (HELMAN, 1982), el efecto supresor del apetito está relacionado con el contenido de cafeína. Una saponina llamada timbonina, se encuentra en cantidades pequeñas (LEUNG, 1980).

La saponina timbonina es ictiotóxica, lo que puede explicar su uso tradicional. Se reportan actividades estimulantes del sistema nervioso central (SATO *et. al.*, 1984), inhibición de la actividad de hialuronidasa en semillas (VINCENT *et. al.*, 1954) y actividad citotóxica en líneas celulares CA mamaria microalveolar (SATO *et. al.*, 1984).

Ictiotóxico, antifúngica y moluscicida. La toxicidad se observó en las saponinas aisladas, asimismo se menciona la presencia de triterpenos, de B-sitosterol y de aceites etéreos, atribuyéndoles a los primeros la actividad ictiotóxica (IIAP, 2003 y VELA, 2003).

Según VELA (2003), la propagación de esta especie se realiza por semilla botánica y vegetativa (estacas).

2.2. Propagación vegetativa

Se da espontáneamente en la naturaleza cuando un fragmento o rama de una planta cae al suelo y logra enraizar, produciendo así un nuevo individuo. También se ha empleado desde hace mucho tiempo para la propagación de árboles de ornato y frutales o para el establecimiento de cercas vivas (VASQUEZ y CERVANTES, 1993).

La historia de la producción vegetal se ha caracterizado por el desarrollo de tecnologías de avanzada que facilitan y optimizan la propagación vegetativa. La posibilidad de controlar el ambiente (uso de nieblas, calefactores, termostatos, serenos, etc.), amplía el espectro de especies que pueden seleccionarse y multiplicarse de esta forma (MARSDEN, 1955).

La propagación vegetativa o asexual 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 de una planta poseen la información necesaria y/o suficiente para reproducir la planta entera (HARTMANN *et. al.*, 1992).

La técnica consiste en cortar ramas, pencas u otro tipo de segmentos de la planta en crecimiento y plantarlas en el suelo para provocar su enraizamiento. También es posible cubrir con suelo secciones del tallo o ramas de un árbol no cortado para inducir la aparición de raíces en la sección cubierta

antes de cortar el segmento que será plantado (VASQUEZ y CERVANTES, 1993).

2.2.1. Propagación por estacas

La propagación por estacas es un método asexual artificial, que consiste en obtener una nueva planta utilizando una parte cualquiera del vegetal, que separada de la planta madre y puesta en condiciones convenientes emite raíces y desarrolla un brote el que mas tarde originará una planta idéntica a la planta de la cual procede (CUCULIZA, 1956).

Una porción u órgano de una planta madre que se corta con fines de propagación, por ejemplo para la obtención de una nueva planta, se denomina estaca. Estas pueden tomarse de cualquier parte de la planta, así tenemos "estacas de tallo", "estacas de raíz" y "estacas de hojas". Si las estacas de tallo tienen todas las yemas en reposo se las llama "estacas de madera leñosa" y si están en crecimiento serán "estacas de madera blanda o herbácea, suave o semileñosa" (JORARURIA, 2000).

La multiplicación por estaca tiene sobre la reproducción por semilla la ventaja de adelantar la formación de toda especie leñosa y transmitir sin cambios los caracteres de sus progenitores, dado que todos los árboles procedentes de una misma planta madre y propagados por métodos vegetativos constituye lo que se llama clon, y sus caracteres genotípicos (información genética que contienen cada una de las células de un individuo) y

fenotípicos (características morfológicas y fisonómicas que muestran los individuos en un determinado medio ambiente) son idénticos (BAUDILLO, 1982 y ÁLVAREZ, 1973).

No todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, ni todas las ramas de una planta lo hacen con la misma facilidad (VÁSQUEZ y CERVANTES, 1993). Por ello, el proceso de enraizamiento de estacas de especies leñosas es complejo y depende de muchos factores que influyen la capacidad de enraizamiento, y si alguno de estos no es tomado en cuenta, el proceso puede fracasar. No obstante, una vez que se ha desarrollado una metodología básica con la infraestructura adecuada, es casi seguro que se obtendrá éxito con un amplio rango de especies y un mínimo esfuerzo adicional (LEAKEY y MASÉN, 1983 y LONGMAN, 1993).

2.2.2. Tipos de estacas

Las estacas, casi siempre se obtienen de las porciones vegetativas de la planta, como los tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos), las hojas o las raíces (HARTMANN *et al.*, 1990); asimismo, el mismo autor indica que se pueden sacar diversos tipos de estacas, que se clasifican de acuerdo con la parte de la planta de la cual proceden. Las estacas se dividen en tres grandes grupos atendiendo a su origen: estacas de raíz, de tallo o rama y de hojas (CUCULIZA, 1956).

- Estacas de raíz.
- Estacas de tallo o rama.

- De madera dura
 - De madera semidura
 - De madera suave
 - Herbáceas
- Estacas de hoja.

Al seleccionar el material para estacas es importante usar plantas madres que estén libres de enfermedades, que sean moderadamente vigorosas y productivas y de identidad conocida. Las plantas madres enfermas o dañadas por heladas o sequías, que han sido defoliadas por insectos o enfermedades, que han quedado achaparradas por fructificación excesiva o que han tenido un desarrollo exuberante y demasiado vigoroso, deben evitarse; una práctica recomendable para el propagador es el establecimiento de bloques de plantas progenitoras como fuente del material a multiplicar, donde se mantengan plantas madres libres de parásitos, uniformes y fieles al tipo, en las condiciones nutritivas adecuadas para lograr el mejor enraizamiento de las estacas tomadas de ellas (HARTMANN *et al.*, 1992).

Estacas de tallo o rama

HARTMANN *et al.* (1992), refieren que este es el tipo más importante de estacas y puede dividirse en cuatro grupos, de acuerdo con la naturaleza de la madera usada: de madera dura, de madera semidura, de madera suave y herbácea. En la propagación por estacas de tallo se obtienen segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, con la mira

de que al colocarlas en condiciones adecuadas, produzcan raíces adventicias y, en consecuencia, plantas independientes.

El tipo de madera, el período de crecimiento usado para hacer las estacas, la época del año en que se obtengan y otros factores pueden ser de mucha importancia para asegurar el enraizamiento satisfactorio de algunas plantas. La información concerniente a esos factores se da aunque parte de ese conocimiento puede conseguirse en la práctica misma de propagar plantas (HARTMANN *et al.*, 1992).

Estacas de madera dura (especies deciduas)

Este es uno de los métodos de propagación más fácil y menos costoso. Las estacas de madera dura son fáciles de preparar, no son fácilmente perecederas, de ser necesario, pueden enviarse a distancias largas y no requieren equipo especial durante el enraizado (HARTMANN *et al.*, 1992).

El enraizado de estacas en condiciones normales o sea sin empleo de fitohormonas y sustancias reguladoras de crecimiento demora mucho (CUCULIZA, 1956).

El material de propagación para estacas de madera dura debe obtenerse de plantas madres sanas, y moderadamente vigorosas y que crezcan a plena luz. No se debe seleccionar madera de crecimiento exuberante con entrenudos anormalmente largos o de ramas pequeñas y débiles que

crezcan en el interior de la planta. La madera más conveniente es aquella de tamaño y vigor moderados. Las estacas deben tener almacenada una amplia provisión de materias alimenticias para nutrir a las raíces y tallos en desarrollo hasta que sean capaces de hacerlo por sí mismos. De ordinario, las puntas de las ramas tienen pocos alimentos almacenados y se descartan. Las mejores estacas se obtienen de la parte central y basal. Las estacas de madera dura varían considerablemente en longitud, de 10 a 75 cm. Las estacas largas, cuando se van a usar como patrones para árboles frutales, una vez que han enraizado, permiten que se injerten en ellas mismas las yemas varietales en vez de hacerlo en ramas más pequeñas que salgan de la estaca original (HARTMANN *et al.*, 1992).

En una estaca se encuentran sitios o zonas donde con mayor facilidad hay emisión de raíces, estas son principalmente las zonas del corte, a la altura de los nudos y en los lugares de inserción de las hojas (CUCULIZA, 1956).

En una estaca se incluyen cuando menos dos nudos. El corte basal, de ordinario se hace justo debajo de un nudo y el corte superior de 1.5 a 3 cm. arriba de otro nudo. Sin embargo, al preparar estacas de tallo de plantas con entrenudos cortos, por lo general, se presta poca atención a la posición del corte basal, especialmente cuando se preparan y cortan juntas cantidades grandes de estacas, muchas a la vez, con una sierra de cinta o con una cizalla para papel. El diámetro de las estacas varía entre 1,5 y 2,5 o aun 5 cm, dependiendo de la especie. Se pueden preparar tres tipos de estacas:

- El tipo de "mazo".
- El tipo "con talón".
- La estaca simple.

El tipo "mazo" incluye una pequeña porción de la madera más vieja, mientras que "la estaca con talón" se le deja sólo una sección aún más pequeña y "la estaca simple" se prepara sin incluir nada de la madera vieja (HARTMANN *et al.*, 1992).

La dureza de las estacas es el factor principal que determina la mayor o menor facilidad para el enraizado; así las plantas viejas de madera dura, enraízan mas difícilmente que las plantas jóvenes de madera blanda; por la misma razón, las plantas de crecimiento lento, que comúnmente tienen madera dura, enraízan mas difícilmente que las plantas de crecimiento rápido, con madera blanda (CUCULIZA, 1956).

Estacas de madera semidura

Las estacas semi-leñosas se obtienen de ramas que no pasan de los dos años, no es condición indispensable que tengan hojas; el tamaño de las estacas no debe pasar los 20 cm (CUCULIZA, 1958).

Si las hojas de las estacas son muy grandes deben reducirse en tamaño para disminuir la pérdida de agua y permitir un menor espaciamiento en las camas de cultivo; es necesario que las estacas con hojas se hagan

enraizar en condiciones que mantengan al mínimo las pérdidas de agua de las hojas (HARTMANN *et al.*, 1990).

Las estacas son obtenidas de especies leñosas, siempre verdes de hoja ancha, por lo general se toman en el verano de ramas nuevas, justo después de que ha habido un periodo de crecimiento y la madera esta parcialmente dura (HARTMANN *et al.*, 1992).

Estacas de madera suave

Las estacas preparadas de crecimiento suave, nuevo, succulento, de primavera, de especies deciduas o siempre verdes pueden clasificarse propiamente como estacas de madera suave; las estacas de madera suave, por lo general enraízan con mayor facilidad y rapidez que las de otros tipos, pero requieren más atención y equipo. A las estacas de este tipo siempre se les dejan algunas hojas; por tanto, se les debe manejar con cuidado para impedir que se sequen y deben hacerse enraizar en condiciones que impidan pérdidas excesivas de agua por las hojas, en la mayoría de las especies durante el enraizamiento se debe mantener en la base de las estacas una temperatura de 23 a 27°C y de 21°C en las hojas. En la mayoría de los casos, las estacas de madera suave producen raíces en un lapso de 2 a 5 semanas; en general responden bien al tratamiento con sustancias que estimulan el enraizamiento (HARTMANN *et al.*, 1992).

Estacas herbáceas

Las estacas herbáceas enraízan mas rápidamente que cualquiera de los otros tipos de estacas, pero no mas fácilmente, pues necesitan condiciones y cuidados especiales (CUCULIZA, 1956).

Las estacas herbáceas se hacen de plantas herbáceas, suculentas, como geranios, crisantemos, coles o claveles. Son de 7 a 12 cm de largo, reteniendo hojas en la parte superior; la mayoría de los cultivos florales se propagan por estacas herbáceas que enraízan con facilidad (HARTMANN *et al.*, 1992).

Cuando las estacas son suculentas, jugosas, como en el caso de las begonias, geranios, cactus, etc., no conviene plantarlas inmediatamente después de cortadas, se debe esperar 2 a 3 días para que se seque la herida , o bien cauterizarlas con ceniza de carbón vegetal o cal viva; siendo mas recomendable esta última (CUCULIZA, 1956).

Fotosíntesis de las estacas

La fotosíntesis de las estacas no es un requerimiento absoluto para la formación de raíces. Esto puede ser observado en estacas con muchas hojas, que se llevan a un sitio oscuro y con estacas deshojadas (no fotosintetizantes), que enraízan (DAVIS y POTTER, 1981).

Pero puede generalizarse que, la fotosíntesis en estacas es probablemente más importante después de la iniciación de raíces y ayudaría en el desarrollo y crecimiento más rápido de las raíces (DAVIS, 1989).

2.3. Factores que afectan la multiplicación por estacas

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 *et al.*, 1992).

Puede ocurrir que en tallos de un año o más de edad, los carbohidratos se hayan acumulado en la base de las ramas y tal vez se han formado algunas iniciales de raíz, posiblemente bajo la influencia de sustancias promotoras de raíces procedentes de yemas y de hojas, y por lo tanto el mejor material para estacas puede provenir de la porción basal de esas ramas (HARTMANN *et al.*, 1992).

Pero, el mejor enraizamiento de las estacas apicales 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 (HARTMANN *et al.*, 1992).

2.4. Selección del material para estacas

Tres aspectos deben considerarse para realizar este tipo de propagación: la elección y manejo de la planta donante, la obtención de las estacas y finalmente el enraizamiento y establecimiento de ésta. Cada aspecto tiene sus requerimientos y particularidades, el cuidado que se ponga en cada paso es lo que asegurará resultados exitosos (ARRIAGA *et al.*, 1994).

2.4.1. Plantas madres: fuentes de material para estacas

Al igual que los criterios de selección de árboles para colecta de semillas, los árboles de los que se desee obtener estacas para propagación deben estar libres de plagas y enfermedades y ser vigorosos. Al elegir los individuos donantes, se debe escoger a los que contengan las características deseadas (ARRIAGA *et al.*, 1994).

Una planta madre es aquella a partir de la cual vamos a obtener estacas, es decir plantas hijas. En la propagación de estacas es de gran importancia la fuente u origen del material; las plantas madres de las cuales se obtengan, deben poseer las siguientes características (HARTMANN *et al.*, 1992):

- Ser fiel al nombre y tipo.
- Estar libres de enfermedades y plagas.

- Encontrarse en el estado fisiológico adecuado, de manera que las estacas que se tomen de ellas, tengan probabilidades de enraizar.

2.4.2. Manejo de la planta madre

Como se mencionó, el tipo y edad de los brotes usados como fuente de estacas afecta fuertemente su capacidad de enraizamiento. Por esto el objetivo de manejar la planta donante es asegurar la producción de un gran número de estacas de fácil enraizamiento y de forma periódica durante largo tiempo. Aunque la forma de la planta donante varía entre especies, generalmente el proceso de obtención de estacas inicia de un tocón, ya sea de un árbol o una planta joven talada, o de un individuo podado. En cualquiera de estos casos las yemas del tocón o ramas podadas rebrotan y producen un cierto número de brotes laterales erectos (lo que no presenten crecimiento vertical deben desecharse), y pueden utilizarse como fuente de estacas (LEAKEY y MESÉN, 1983 y LONGMAN, 1993).

Para reducir el riesgo de afectar a la planta donante se debe mantener en ella algunas hojas durante la cosecha, además de un brote de manera permanente (brote alimentador o feedor) y aplicar regularmente fertilizante completo (N P K) con el fin de mantener adecuadamente los niveles de nutrientes en el sitio donde se encuentra la planta (LEAKEY y MESÉN, 1983 y LONGMAN, 1993). Es claro que las dosis adecuadas varían entre las especies por lo que sugerimos ensayar varias de éstas, partiendo de los criterios recomendados para los cultivos normales y posteriormente jugar con

los incrementos y decrementos hasta obtener la dosis con la que se obtengan plantas donantes con buena producción de brotes y alto enraizamiento de estacas (ARRIAGA *et al.*, 1994).

Es importante también la cantidad de la luz que llega a los brotes de la planta donante, pues se ha encontrado que aquellas estacas obtenidas de brotes en condiciones de sombra presentan mayor capacidad de enraizamiento; por otra parte sabemos que en aquellas plantas donantes fertilizadas, las condiciones de iluminación afectan menos la capacidad de enraizamiento de las estacas (LEAKEY y MESÉN, 1983 y LONGMAN, 1993).

2.4.3. Condición fisiológica de la planta madre

Existe evidencia considerable de que la planta madre ejerce una fuerte influencia sobre el desarrollo de las raíces y ramas en las estacas tomadas de ellas; con bastante frecuencia el material más adecuado para estacas, en cuanto se refiere a la riqueza de carbohidratos, puede determinarse por la firmeza del tallo; aquellos que tienen una concentración baja de carbohidratos son suaves y flexibles, mientras que los más ricos en carbohidratos son firmes y rígidos y al doblarlos se rompen más bien que se flexionan. Sin embargo, esa firmeza de los tejidos puede confundirse con la firmeza debida a maduración de los mismos, ocasionada por el engrosamiento y lignificación de las paredes celulares. En las plantas madres el contenido bajo de nitrógeno y contenido elevado de carbohidratos, que en muchos casos parece favorecer el enraizamiento, puede lograrse de diversas formas:

- Determinar plantas madres que se hallen a pleno sol para garantía de la acumulación de carbohidratos.
- Escoger para material de estacas, porciones de la planta que estén en el estado nutritivo adecuado. Por lo general, las porciones basales de las ramas tienen el equilibrio nitrógeno/carbohidratos que favorecen un buen enraizamiento (HARTMANN *et al.*, 1992).

2.4.4. Factor juvenil o cambio de fase (edad de la planta madre)

En plantas que enraízan con dificultad, la edad de la planta madre puede ser un factor muy importante. Casi siempre, tanto en las estacas de tallo como en las de raíz tomadas de plantas jóvenes (en su fase de crecimiento juvenil), enraízan con mayor facilidad que aquellas tomadas de plantas más viejas (en fase de crecimiento adulto). Es posible que la relación entre el estado juvenil y el enraizamiento puedan explicarse por el incremento en la producción de inhibidores para la producción de raíces, a medida que la planta aumenta en edad (HARTMANN *et al.*, 1992).

2.4.5. Tipo de material vegetal para la obtención de estacas

Ramas laterales y ramas terminales: en general han mostrado mayor éxito las provenientes de ramas laterales. Madera floral o vegetativa: al parecer existe un antagonismo entre la regeneración vegetativa y la floración. Las bases para ello es probable que se encuentren en las relaciones de auxina, ya que los niveles elevados de auxina, que son favorables para la formación de

raíces adventicias, tienden a inhibir la iniciación de flores (BREEN *et al.*, 1974). Cuando las estacas se obtienen en cualquier época en que la planta se halla en estado vegetativo, enraízan bien, pero tan pronto como la planta madre empieza a florecer, las estacas no echan raíces (HARTMANN *et al.*, 1992).

2.4.6. Épocas del año en que se toman las estacas

La época del año en que se obtengan las estacas puede llegar a ser la clave para el enraizamiento de las mismas. Desde luego que no es posible obtener estacas en cualquier época del año. Al propagar especies deciduas, las estacas de madera dura pueden tomarse en la estación de reposo. Las estacas de madera semidura o aquellas de madera suave con hojas, pueden prepararse durante la estación de crecimiento usando madera succulenta o parcialmente madura. Las especies siempreverdes, tanto de hoja ancha como de hoja angosta, tienen durante el año uno o más periodos de crecimiento y se pueden obtener estacas en diversas épocas relacionadas con esas temporadas de desarrollo (HARTMANN *e. al.*, 1992).

2.4.7. Obtención de las estacas

Según ARRIAGA *et al.* (1994), menciona los siguientes pasos y criterios para la obtención adecuada de estas:

Los brotes elegidos deben ser originados de tocones o de árboles podados por arriba de los 10 nudos, los cuales deben ser de crecimiento vertical. Elegir los brotes que se originen en condiciones de sombra. Antes de cortar el brote, cortar las hojas, la yema terminal y los brotes laterales que

estén presentes. Una vez cortados los brotes se deben mantener húmedos mediante aspersores manuales y después colocarlos en una bolsa de plástico marcada con el número de la planta donante (número de clon); dentro de ésta debe haber papel húmedo, una esponja o cualquier otro material que retenga bastante agua, y cerrarla para evitar pérdida de humedad y estrés por falta de agua en los brotes. Las bolsas con los brotes se mantienen en un sitio fresco y sombreado y se trasladan lo más rápido posible al área de enraizamiento del vivero. El área de enraizamiento debe ser fresca y sombreada, las temperaturas óptimas se encuentran entre 20 y 25°C, aunque 30°C son aceptables con una humedad relativa alta (más del 95%). Para lograr estas condiciones es necesario tener sombra en el sitio de propagación, la cual puede obtenerse con diversos materiales desde hojas de palma, plátano, carrizo y otras, hasta mallas plásticas especiales que permiten una transmisión de luz adecuada a las necesidades de las estacas.

Cuando los brotes son sacados de la bolsa se deben mantener húmedos y frescos, exponiéndolos lo menos posible al viento. Para obtener las estacas de los brotes, éstos se deben cortar con navaja o tijeras filosas, utilizando la máxima extensión del entrenudo. Un corte oblicuo por arriba del nudo es el más sencillo, aunque para algunas especies es necesario realizarlo recto, con el fin de evitar que el sistema radicular se forme de un solo lado. Evidentemente la decisión de realizar uno u otro corte depende de probar ambos y evaluar cual es el más efectivo. Sobra mencionar que aquellas estacas que presenten enraizamiento de un solo lado deben desecharse. Cuando las estacas son uninodales generalmente no es imprescindible incluir un nudo, sin embargo, para algunas especies la estaca acompañada del nudo

mejora considerablemente la capacidad de enraizar. Este aspecto también tiene que ser probado y evaluado para elegir la técnica que dé mejores resultados.

2.5. Enraizamiento y propagación de estacas

Para que se produzcan raíces de estacas colocadas en condiciones favorables para su iniciación y posterior crecimiento es necesaria la existencia de un balance hormonal apropiado y de ciertos cofactores (azúcares, aminoácidos, vitaminas, nutrientes minerales, etc.) que son necesarios, pues el primordio no se produce si estas sustancias no se encuentran en el sitio donde se van a formar las raíces; y en algunos casos se cree que las hojas serían la fuente de estas sustancias, debido a que en algunas especies las estacas sin hojas no enraizan. Muchas veces en estos tejidos a enraizar existen inhibidores del proceso de división celular, variables en cuanto a su naturaleza, modo de acción y concentración. Muchas estacas no enraízan por tener una concentración elevada de inhibidores, enmascarando de esta manera la acción de las sustancias promotoras del proceso, por lo tanto es necesario eliminarlos para que el enraizamiento pueda llevarse a cabo. Dada su naturaleza hidrosoluble, en general, muchos inhibidores pueden eliminarse mediante el lavado de las estacas con agua corriente durante varias horas (JORARURIA, 2000).

Los factores exógenos favorables para el enraizamiento de las estacas son: correcta aireación tanto en la parte aérea como en la porción en

contacto con el sustrato, suficiente humedad de este último, temperaturas del aire en el lugar de enraizamiento de 15 a 28°C, alta humedad relativa del ambiente (entre 80 a 95%), para evitar la deshidratación del material, y en caso que la estaca posea hojas, una iluminación adecuada según los requerimientos de la especie (HARTMANN *et al.*, 1992).

La frecuencia de riego es muy importante para enraizar estacas leñosas y semileñosas, mantener una humedad relativa de 90 – 95%, con una aspersión de niebla (JORARURIA, 2000); junto a las temperaturas altas en la base de las estacas producen un aumento localizado de la respiración, lo que supuestamente lleva a una síntesis localizada de carbohidratos y a continuación a una vigorizada formación de protoplasma; con esto se crea la base para una mayor división celular en el área radicular y la creación de raíces adventicias. Con un rango adecuado de temperatura, el que puede variar entre los 15 y 26°C, no sólo se logra una mayor rapidez en la formación de raíces, sino que también se obtienen en mayor cantidad (KRÜSSMANN, 1981).

Los factores endógenos o inherentes al material a utilizar también son importantes en el enraizamiento, siendo muy variables para cada especie. Entre estos factores tenemos los siguientes (JORARURIA, 2000):

- Edad y crecimiento de las ramas que se toman para el enraizamiento (ya sean estas herbáceas, semileñosas o leñosas; o ramas laterales o terminales).

- Edad de la planta madre (en general a mayor edad, menor capacidad de enraizamiento).
- Estado de desarrollo de la planta madre (en general en floración es cuando las especies tienen menor capacidad de enraizar).
- Ubicación de la rama en la planta madre o topótesis (ya sea distal o cercana al ápice o basal, zona juvenil o adulta de la planta madre).
- Presencia de yemas activas u hojas en la estaca (en algunas especies es favorable la presencia de estas).
- Época del año en que se extraen las estacas (ya sea que la planta madre esté en reposo o en activo crecimiento)
- Longitud del día (fotoperiodo) en el momento de la obtención de estacas.
- Estado de nutrición de la planta madre.

Cuando se prepara una estaca, las heridas que pueden provocarse son muy diversas, siendo las principales: descortezado parcial, hendiduras incisiones longitudinales, etc.; en todo caso el fundamento es el mismo (CUCULIZA, 1956).

Las células más cercanas a la superficie son lesionadas y expuestas, comenzando la respuesta de cicatrización de la herida (CLINE y NEELY, 1983).

La herida en proceso de cicatrización forma un callo por proliferación celular (este proceso lo realiza el felógeno: zona generatriz externa de tallos y ramas), en el que la planta concentra sustancias estimulantes del crecimiento,

las que se encuentran, generalmente, en los meristemos; por estas circunstancias la emisión de raíces es abundante a la altura de las heridas (CUCULIZA, 1956).

Asimismo, CLINE y NEELY (1983), indican que en el proceso de regeneración de raíces, ocurren los siguientes tres pasos:

- A medida que las células externas lesionadas se mueren, se forma una lámina necrótica que sella la herida con un material suberoso y se taponan el xilema con gomas. Esta lámina ayuda a proteger la superficie del corte de desecamientos y patógenos.
- Por detrás de la lámina, células vivas comienzan a dividirse después de algunos días y una capa de células parenquimatosas (callo), forma una epidermis.
- Ciertas células, en la vecindad del cambium vascular y floema, comienzan a dividirse e inician la formación de raíces adventicias.

Desde el punto de vista anatómico, las raíces adventicias reconocen diversos orígenes. En caso de tallos herbáceos las raíces adventicias proceden de células parenquimáticas de paredes finas, a veces sin pared secundaria, que se encuentran fuera de los haces vasculares y entre ellos con la capacidad de tornarse meristemáticas. En estacas de plantas perennes leñosas, donde se presentan una o más capas de floema y xilema secundario, las células que se tornan meristemáticas proceden también del floema secundario joven, del

cambium de los radios vasculares y de la médula. Al comienzo son un pequeño grupo de células que se dividen y luego forman nuevos primordios de raíces. La división celular continúa y en cada primordio se forma una estructura de ápice de raíz, luego se desarrolla un sistema vascular que se conecta con el haz vascular adyacente. El ápice de raíz crece atravesando la corteza y la epidermis, surgiendo del tallo. En algunas especies existen células preformadas de raíz, que son las iniciadoras del proceso. Tienen el mismo origen que las no preformadas y se producen durante la formación del tallo, principalmente en los géneros *Salix* y *Populus*. Estas células iniciadoras se encuentran en reposo y son visibles a simple vista. Cortando el tallo y colocándolo en condiciones ambientales favorables rompen su estado de reposo y crecen (JORARURIA, 2000).

2.5.1. Cuidado de estacas durante el enraizamiento

Las estacas de madera dura o las estacas de raíz que se han iniciado a la intemperie requieren sólo los cuidados que se dan a otras plantas cultivadas, tales como humedad adecuada en el suelo, eliminación de malezas y control de insectos y enfermedades. En la mayoría de las especies es posible tener mejores resultados si el vivero se establece a pleno sol, donde no hay sombreado ni competencia de las raíces de árboles o arbustos grandes. Se debe proporcionar un drenaje adecuado, de tal manera que el agua excedente pueda escapar (HARTMANN *et al.*, 1992).

Es necesario mantener buenas condiciones sanitarias en las camas de propagación. Las hojas que se caen deben retirarse con prontitud y lo mismo debe hacerse con las estacas que ya estén muertas. Los organismos parásitos encuentran condiciones ideales en una estructura de propagación húmeda, cerrada y con luz de baja intensidad, y si no se controlan pueden destruir miles de estacas de al noche a la mañana (VÁZQUEZ *et al.*, 1997).

2.5.2. Propagadores

El ambiente en el cual las estacas son puestas a enraizar es de vital importancia. Los propagadores deben reunir características que eviten cualquier estrés en las estacas. De los factores que les pueden causar daños el más importante es el estrés hídrico (pérdida de agua y desecación); un propagador es una construcción que evita la pérdida de agua del medio que rodea a las estacas. Su función es similar a la de un almácigo, pues ambos propician las condiciones ambientales adecuadas para la germinación de las plántulas o el enraizamiento de las estacas, según sea el caso (ARRIAGA *et al.*, 1994 y VÁZQUEZ *et al.*, 1997).

Las estructuras o cajas deben estar de preferencia elevadas del suelo, o si se inserten en este, deben estar equipadas con drenes de tubos para asegurar que se escurra el exceso de agua; las cajas deben tener la profundidad suficiente a fin de que se pueda poner unos 10 cm. de medio de enraizamiento y que las estacas de longitud promedio de 15 cm., se pueda

insertar hasta la mitad de su longitud y la base de las mismas quede 2 cm. a mas por encima del fondo de la estructura (HARTMANN *et al.*, 1992).

2.5.3. Sustrato de enraizamiento

Arena: El tamaño de partícula de la arena es un factor crítico en la selección de este componente. Las arenas finas contribuyen muy poco en mejorar las condiciones del sustrato, y su uso puede resultar en una reducción del drenaje y la aireación. Algunas arenas pueden contener limo y arcilla por lo que se deben lavar completamente para remover estas partículas muy finas. Es preferible una arena limpia con tamaños de partícula de 0,5 a 2 mm de diámetro. El porcentaje de partículas medias (0,25 a 0,50 mm) y finas (0,05 a 0,25) deben formar una proporción relativa pequeña de la arena usada en un medio de cultivo. De otro modo, la adición de arena puede producir un cemento, junto con las partículas del suelo, y provocar una compactación mayor que la deseada (HARTMANN *et al.*, 1992).

Un buen medio de enraizamiento se obtiene con arena gruesa o grava fina, que debe estar limpia (aunque no necesariamente estéril) húmeda y bien aireada. Si su capacidad de retención de agua es baja se puede mejorar adicionando aserrín (no demasiado fresco), turba, vermiculita u otros materiales. En el caso de haber inicios de pudrimiento en las estacas será necesario aplicar algún fungicida al medio de enraizamiento (VÁSQUEZ *et al.*, 1997).

El balance óptimo entre capacidad de retención de agua y aireación varía entre especies, no obstante esto, la arena gruesa (2 mm) usualmente da resultados satisfactorios. El suelo de bosque y la arena muy fina generalmente no son apropiados para usarse como medio de enraizamiento (LEAKEY y MESÉN, 1983 y LONGMAN, 1993).

2.5.4. Siembra de las estacas en el propagador

Antes de insertar las estacas, en el medio de enraizamiento se debe regar muy bien, plantando las estacas tan pronto como sea posible después de su preparación; es muy importante que se protejan las estacas del secamiento durante las etapas de preparación e inserción del medio (HARTMANN *et al.*, 1992).

Las estacas ya preparadas se siembran rápidamente pero tomando en cuenta las siguientes indicaciones: los cortes deben colocarse a 2 cm. o mas por encima del fondo de la estructura; para asegurar que queden firmes es necesario compactar un poco el sustrato de enraizamiento; cuando se utilizan estacas con varias hojas se debe evitar que las hojas inferiores queden en contacto con el medio de enraizamiento para evitar la putrefacción (VÁSQUEZ, *et al.*, 1997; LEAKEY y MESÉN, 1983 y LONGMAN, 1993).

2.6. Bases fisiológicas de la iniciación de raíces adventicias

En las plantas, ciertas concentraciones de diversas sustancias de síntesis natural en ellas y que tienen propiedades semejantes a las hormonas,

son más favorables que otras para la iniciación de raíces adventicias (DAVIES y HARTMANN, 1988).

Se ha dedicado mucho estudio a determinar estas relaciones. Para distinguir entre hormonas vegetales y reguladoras del crecimiento, se puede decir que todas las hormonas regulan el crecimiento pero que no todos los reguladores del crecimiento son hormonas (HARTMANN *et al.*, 1990).

Varias clases de reguladores de crecimiento, tales como auxinas, citoquininas, giberelinas y etileno e inhibidores, como el ácido abscísico y fenólico, influyen sobre la iniciación de raíces; de ellas, la auxina es la que tiene el mayor efecto sobre la formación de raíces en estacas (HARTMANN *et al.*, 1992).

Aunque las auxinas se encuentran en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas, las cuales están en crecimiento activo, siendo éste el sitio de síntesis. Su síntesis puede derivar del triptofano, que por transaminación y descarboxilación da origen al AIA o de la triptamina por oxidación (SALISBURY, 1994).

Se le encuentra tanto como molécula libre que es la forma activa o en formas conjugadas (con proteínas solubles), inactivas. La forma conjugada es la forma de transporte, de almacenamiento en semillas en reposo, y de evitar la

oxidación por acción de la AIA oxidasa; este proceso de conjugación parece ser reversible (BIDWELL, 1993).

Una característica sorprendente de la auxina es la fuerte polaridad exhibida en su transporte a través de la planta. La auxina es transportada por medio del parénquima que rodea los haces vasculares, sin penetrar en los tubos cribosos; su movimiento es lento y basípeto, alejándose desde el punto apical de la planta hacia su base, aún en la raíz, y requiere energía. Este flujo de auxina reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, manteniendo de esta forma la dominancia apical. El movimiento de la auxina fuera de la lámina foliar hacia la base del peciolo parece también prevenir la abscisión (SALISBURY, 1994).

Existe acuerdo en que las auxinas actúan a nivel génico al desreprimir o reprimir la expresión de los genes. El AIA se liga a un receptor de naturaleza proteica, formando un complejo receptor-hormona de carácter reversible, específico, con alta afinidad y saturable; este complejo activa un promotor que controla la expresión de los genes que codifican la síntesis de las enzimas catalizadoras de los compuestos de la pared (BIDWELL, 1993)

El efecto inicial preciso de la hormona que subsecuentemente regula este arreglo diverso de eventos fisiológicos no es aún conocido; durante la elongación celular inducida por la auxina se piensa que actúa por medio de un efecto rápido sobre el mecanismo de la bomba de protones ATPasa en la

membrana plasmática, y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas (SALISBURY, 1994).

La polaridad inherente en ramas y raíces se muestra en forma notable en el enraizamiento de estacas. Las estacas de tallo forman ramas en el extremo distal (el más próximo a la punta de la rama) y produciendo las raíces en el extremo proximal (el más cercano al extremo basal de la planta) (BREEN, 1974).

2.7. Efecto de las hojas sobre el enraizamiento

Es ampliamente conocido que la presencia de las hojas en la estaca, ejerce una fuerte influencia, estimulando la iniciación de raíces. En las yemas en desarrollo se forman hormonas que transportadas a través del floema a la base de la estaca, produciendo el estímulo necesario para la formación de raíces; una estaca sin yema no forma raíces aún cuando se le trate con una preparación rica en auxina. Esto indica de nuevo, que un factor diferente a la auxina, presumiblemente producido por la yema, se requiere para la formación de raíces (HARTMANN *et al.*, 1990).

La traslocación de carbohidratos desde las hojas sin duda contribuye a la formación de raíces, sin embargo, la mayor promoción del enraizamiento por efecto de las hojas y yemas, es posiblemente resultado de otros factores más directos. El mismo autor indica, que las hojas y yemas, son conocidas como poderosos centros productores de auxinas, y los efectos son observados

directamente por debajo de ellos, demostrando el transporte polar, desde el ápice a la base. Las estacas de ciertas especies son fácilmente enraizadas, mientras que estacas de otras especies enraízan con mayor dificultad (BREEN, 1974).

2.8. Condiciones ambientales de enraizamiento

2.8.1. Relaciones con el agua

En las estacas se ha cortado la provisión natural de agua que viene de las raíces, pero las hojas todavía transpiran (VÁSQUEZ *et al.*, 1997).

En las especies que enraízan con facilidad, la formación rápida de raíces compensa la cantidad de agua eliminada por las hojas, pero en especies de enraizamiento más lento, la transpiración debe reducirse hasta que se forma la raíz. Para ello, la presión de vapor de agua de la atmósfera que las rodea debe mantenerse tan semejante como sea posible a la presión de agua que existe dentro de las hojas (HARTMANN *et al.*, 1992).

Cuando se propaga en ambientes cerrados, una práctica común es asperjar con frecuencia las estacas, paredes y piso para mantener la humedad elevada (JORARURIA, 2000).

2.8.2. Propagación bajo niebla

Es uno de los métodos más utilizados para evitar el estrés hídrico por los horticultores de las regiones templadas. Usualmente consisten en la aspersión intermitente de las estacas con gotitas muy finas de agua. Los

diversos mecanismos de control para determinar la frecuencia y duración de las aspersiones pueden ser desde relojes, interruptores fotosensibles (sensibles a los cambios de luz solar) hasta hojas electrónicas. Los cambios de luz y temperatura, además del contenido de humedad del propagador, son detectados por estos mecanismos que, según sea el caso, activan o desactivan los propagadores (ARRIAGA *et al.*, 1994).

Estas aspersiones mantienen sobre las hojas una película de agua, lo cual no sólo produce una alta humedad relativa alrededor de la hoja sino que reduce la temperatura del aire y de las hojas, factores todos que tienden a reducir la tasa de transpiración (HARTMANN *et al.*, 1992).

En invernaderos y otras estructuras cerradas se dispone de sistemas de operación automática que atomizan el agua en forma de niebla, Los efectos enfriadores de los aspersores de agua son tan efectivos que es posible colocar las camas a pleno sol sin que haya aumento notable de la temperatura (JORARURIA, 2000).

El control de la humedad en los propagadores por estos métodos involucra una costosa infraestructura que incluye suministro de electricidad e instalaciones de agua entubada constantes, lo cual también requiere de mantenimiento permanente. Un mantenimiento e instalaciones inadecuadas propician efectos nocivos en las estacas. Por ello. este tipo de instalaciones se deben ajustar a las condiciones dependientes del clima pues su controlador de aspersiones que no funcione adecuadamente a los cambios de la temperatura

e insolación dará como resultado estacas que sufran déficit o exceso hídrico (LEAKEY y MESÉN, 1983 y LONGMAN, 1993).

2.8.3. Temperatura

Las temperaturas del aire de 21 a 27°C, con temperaturas nocturnas de unos 15°C resultan satisfactorias para el enraizamiento de estacas de la mayoría de las especies, aunque algunas de ellas enraízan mejor a temperaturas más bajas (VÁZQUEZ *et al.*, 1997).

2.8.4. Luz

Es de importancia primaria en todos los tipos de crecimiento vegetal, ya que es la fuente de energía para la fotosíntesis. La intensidad y la duración de la luz deben ser lo suficientemente grandes para que se acumulen más carbohidratos de los que se emplean en la respiración (HARTMANN *et al.*, 1992).

2.9. Cultivos de plantas medicinales y biocidas

Según VICENTE *et al.*, (2000), menciona que el establecimiento de un cultivo de plantas medicinales y biocidas se recomienda cuando existen pocas plantas nativas; las plantas nativas tienen una distribución muy dispersa; las plantas nativas son inaccesibles (recolección de plantas en áreas montañosas y geográficamente muy accidentadas o recolección de árboles muy altos); hay necesidad de mejorar el contenido de los principios activos; solamente una especie presenta alto contenido de constituyentes de interés; el cultivo produce una mayor productividad y un mayor contenido de los constituyentes de la

planta a causa de las buenas prácticas de agricultura, mejores condiciones del suelo y mejor control de las plagas y las enfermedades; el cultivo permite un mejor y mas rápido procesamiento de la planta recolectada, como el secado y el empaque, o cuando las primeras etapas de la extracción deben hacerse en el lugar de la recolección (como, por ejemplo el procesamiento del jugo del fique para obtener la hecogenina); y existe una gran demanda en el mercado.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizó en el módulo del Programa de Biodiversidad del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP - Ucayali) ubicado en el km 12,4 de la carretera Federico Basadre, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo. Geográficamente se ubica en Selva Baja a 74°34'23' Longitud Oeste; 8°22'13" Latitud Sur; y una altitud de 154 msnm. La duración del experimento estuvo comprendida entre los meses del 15 de Mayo del 2004 hasta el 15 de Enero del 2005.

3.1.1. Registros de humedad relativa y temperatura

Para determinar los tamaños y tipos de estacas para la propagación de la especie, es muy importante registrar las variaciones de humedad relativa y temperatura, por esta razón se tomaron las mediciones diarias de la humedad relativa y temperatura, durante el tiempo que duró el experimento; para lo cual se utilizó un termo higrómetro digital, marca HANNA Instruments, modelo HI 8564 (Termo Hygrometer).

Cuadro 1. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (Mayo 2004 – Enero 2005).

Mes	Humedad relativa (%)				Temperatura (°C)			
	6 am	12 m	6 pm	\bar{X}	6 am	12 m	6 pm	\bar{X}
Mayo	77,69	70,68	74,51	74,29	21,74	24,21	24,25	23,40
Junio	78,39	68,54	72,25	73,06	21,00	25,10	23,99	23,36
Julio	77,46	69,25	72,36	73,02	20,84	25,90	24,36	23,70
Agosto	76,81	62,89	68,60	69,43	20,13	25,86	24,45	23,48
Septiembre	77,97	65,37	70,12	71,15	21,17	26,63	24,94	24,25
Octubre	79,25	68,29	71,82	73,12	22,22	27,18	25,35	24,92
Noviembre	79,53	70,84	73,04	74,47	23,34	28,06	26,37	25,92
Diciembre	72,93	67,32	71,93	70,73	22,71	27,22	25,94	25,29
Enero	81,86	73,48	75,56	76,97	21,80	25,22	24,60	23,87
\bar{X} General	77,99	67,90	71,83	72,92	21,66	26,15	24,91	24,24

FUENTE: IIAP – PUCALLPA (2005).

3.2. Componentes en estudio

Factor A: Tipos de estacas

a_1 = Estacas del tercio inferior de la planta

a_2 = Estacas del tercio medio de la planta

a_3 = Estacas del tercio superior de la planta

Factor B: Tamaño de estaca.

b_1 = 30 cm

b_2 = 40 cm

3.3. Tratamientos en estudio

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Clave	Descripción
T ₁	a_1b_1	Estaca del tercio inferior de 30 cm de longitud
T ₂	a_1b_2	Estaca del tercio inferior de 40 cm de longitud
T ₃	a_2b_1	Estaca del tercio medio de 30 cm de longitud
T ₄	a_2b_2	Estaca del tercio medio de 40 cm de longitud
T ₅	a_3b_1	Estaca del tercio superior de 30 cm de longitud
T ₆	a_3b_2	Estaca del tercio superior de 40 cm de longitud

3.4. Diseño experimental

El diseño experimental adoptado fue el de Bloques Completamente Randomizado (DBCR); con arreglo factorial 3 x 2, y 4 repeticiones. Las

características evaluadas de la interacción de cada uno los componentes en estudio se sometió al análisis de variancia y la significación estadística se determinó por la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$).

3.4.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \lambda_k + (\alpha\beta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Para:

i = 1,2,3,4 repeticiones.

J = 1,2,3 tipo de estaca (inferior, media, superior).

K = 1,2 tamaño de estaca.

Donde:

Y_{ijk} = Es el valor observado en la i -ésima repetición o bloque a la cual se le aplico el j -ésimo tipo de estaca con el k -ésimo tamaño de estaca.

μ = Es la media general.

α_i = Es el efecto del i -ésimo bloque o repetición.

β_j = Es el efecto del j -ésimo tipo de estaca.

λ_k = Es el efecto del k -ésimo tamaño de estaca.

$(\alpha\beta)_{jk}$ = Es el efecto de la interacción del j -ésimo tipo de estaca con el k -ésimo tamaño de estaca.

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

3.4.2. Análisis de variancia

Cuadro 3. Esquema del análisis de variancia.

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Tratamientos	$ab - 1$	5
Factorial	$ab - 1$	5
A	$a - 1$	2
B	$b - 1$	1
AxB	$(a - 1)(b - 1)$	2
Error experimental	$(ab)(r - 1)$	18
Total	$(abr) - 1$	23

3.5. Características del campo experimental

a. Dimensiones del vivero experimental

Área del ambiente de propagación.

- Largo : 6 m
- Ancho : 4 m
- Área total : 24 m²

b. Detalles de la unidad experimental

Parcelas:

- Ancho de cada fila : 4 m
- Largo de filas : 8 m
- Número total de parcelas/fila : 6
- Número total de parcelas/experimento : 24
- Largo de cada fila : 1 m
- Ancho/parcela : 0,5 m

- Área de la parcela : 0,5 m²
- Distanciamiento entre filas : 1 m
- Distanciamiento entre estacas : 10 cm

Estacas.

- N° total de estacas por tratamiento : 20
- N° de estacas evaluadas por tratamiento : 20
- Número total de estacas del experimento : 480
- Número de estacas evaluadas del experimento : 480

Área total del experimento : 24 m²

3.6. Ejecución del experimento

3.6.1. Obtención del sustrato

El sustrato utilizado para el llenado de las camas fue arena gruesa lavada, extraída de la ribera del río.

3.6.2. Obtención de las estacas

El lugar de colecta del material de propagación, fue un bosque secundario de 20 años aproximadamente, donde la mayor parte de árboles maderables han sido extraídos. Dicho bosque se encuentra a 3,5 km de distancia de la carretera Federico Basadre km 83, Caserío El Milagro. Se seleccionaron plantas adultas las cuales se dividieron en tres partes (tercio inferior, media y superior). luego se seccionaron estacas de 30 y 40 cm de

longitud. Estas estacas se seleccionaron considerándose como variable, las partes de la planta (Figuras 16 y 17).

Para las estacas de 30 y 40 cm, los parámetros del número de nudos/estacas y yemas/nudo no se tomaron en cuenta, debido a que no se podían diferenciar, por ser lianas de unos 10 a 15 años de edad; asimismo, se optó por uniformizar los diámetros de las estacas por la parte basal e igualmente las partes medias y la partes superiores. En cuanto al color de las estacas, estas presentaron una apariencia leñosa de color marrón.

3.6.3. Construcción de los enraizadores y tinglado

Las camas fueron construidos en las instalaciones del módulo de propagación de plantas biocidas y medicinales del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP - Ucayali), para lo cual se utilizaron materiales de la zona como tablas de madera resistentes a la humedad. Las dimensiones de las camas fue de 3.20 m x 1.0 m de 30 cm de altura. Posteriormente, se rellenaron las camas con arena gruesa, procurando que queden lo más nivelado posible (Figura 14).

El tinglado fue construido con la finalidad de dar sombra a las camas enraizadoras, para lo cual se utilizaron materiales de madera, cubriendo con malla sintética de color verde con 35% de ingreso de luz; de 2,10 m de ancho x 10 m de largo y una altura de 1,60 m (Figura 19). La malla

utilizada en el tinglado fue la Rashell 65%; es decir, que proporciona una sombra de 65%.

3.6.4. Preparación del enraizador

La preparación e instalación del enraizador se realizó en un área de 3,20 x 1,0 m y 30 cm de altura. El sustrato utilizado estuvo constituido por arena lavada de río, procediendo a su desinfección con lejía a razón de 2%. El tiempo de desinfección del sustrato duro 3 días; y las estacas utilizadas sólo fueron lavados con agua.

Culminando el periodo de desinfección se realizó la siembra de las estacas, previamente desinfectadas, para posteriormente realizar el primer riego para inducir la brotación. A fin de mantener la humedad adecuada para la brotación de las estacas, se aplicaron riegos continuos tres veces por día por un espacio de 3 minutos.

3.6.5. Instalación de viveros

La infraestructura de propagación fue construida de:

- Tinglado de 10 m de largo con un ancho de 2 m y una altura de 1,60 m techado con malla sintética con un 65% de ingreso de luz.
- Camas de madera de 3,20 m de largo x 1 m de ancho x 0,30 m de altura colocados a nivel del suelo.
- Sistema de riego por aspersión, constituido por tubos de ½ pulgada de diámetro de P.V.C., colocada a una altura de 1,6 m a lo largo de las camas,

en la parte superior de cada tubo estuvo provisto de boquillas aspersoras separadas entre 0,77 m cada una. Las boquillas fueron del tipo deflexión que asperja mediante una corriente de agua al chocar con una superficie plana.

- El sistema funciona a través de un tanque de agua, desde donde se bombea el agua en forma intermitente.
- Las camas de madera y arena fue esterilizada con hipoclorito de sodio al 1% (20 cm de espesor), que fue utilizada como sustrato de propagación.

3.7. Observaciones registradas y metodología

Dentro de las observaciones registradas en el presente experimento, con fines de cumplir con el objetivo planteado se consideró a:

3.7.1. Longitud de brote

Para la determinación del presente parámetro, se efectuaron evaluaciones cada 15 días, considerando a un total de 10 estacas/tratamiento. La medición se realizó con la ayuda de una regla graduada en centímetros, desde el cuello del brote de mayor vigorosidad hasta la yema terminal del ápice del tallo.

3.7.2. Número de hojas por brote

Las evaluaciones de esta variable se realizaron cada 15 días, tomando como unidades muestrales, las mismas plantas consideradas para la

longitud de brote. Contabilizando el total de hojas presentes en cada brote de las estacas evaluadas, considerando el brote con mayor vigorosidad.

3.7.3. Número de brotes por estaca

La determinación del total de brotes/estacas comprendió un lapso de evaluación cada 15 días, tomando un total de 10 estacas/tratamiento evaluado (Figura 21).

3.7.4. Diámetro de brote

Para la evaluación de esta variable se emplearon las mismas plantas evaluadas en la altura de planta, haciendo uso de un vernier digital al nivel del cuello del brote evaluado. La frecuencia de evaluación fue cada 10 días.

3.7.5. Longitud de raíz

Las evaluaciones de esta variable se hicieron al final del experimento, para lo cual se tomaron 10 estacas enraizadas/tratamiento. La medición se realizó con la ayuda de una regla graduada en centímetros, tomando en cuenta la raíz mas larga.

3.7.6. Número de raíces

Las evaluaciones de esta variable se hicieron al finalizar el experimento, considerando al total de las plantas evaluadas en el parámetro de longitud de raíz, se efectuó totalizando el total de raíces secundarias presentes (Figura 23).

3.7.7. Materia seca

La determinación de materia seca se realizó al finalizar el experimento, considerando a cuatro plantas/tratamiento experimental, colocándolas en bolsas plásticas, separando la parte aérea (tallos y hojas) y la radicular de las mismas. Se realizó el peso de las muestras frescas de ambas partes, y posteriormente fueron puestas en bolsas de papel kraft, para secarlas en el secador artificial a 50°C durante 72 horas, hasta que adquirieron peso constante. Las muestras secas fueron pesadas, y mediante la siguiente fórmula se determinó el porcentaje de materia seca.

$$\text{Materia seca (\%)} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100$$

3.7.8. Área foliar

La determinación del área foliar de cada tratamiento en estudio se realizó al finalizar el experimento, haciendo uso de las mismas plantas utilizadas para la determinación de materia seca. Para evaluar esta variable se utilizó el método de las pesadas, dibujando en un papel las siluetas de las hojas presentes de la planta a evaluar; luego se cortó cuidadosamente para posteriormente pesarlas en una balanza analítica digital. Posteriormente, se cortaron tres muestras de 100 cm² del papel utilizado para dibujar las siluetas de las hojas. Mediante el valor promedio y haciendo uso de la siguiente fórmula se determinó el área foliar por planta dentro de cada tratamiento en estudio.

$$\text{Área foliar (cm}^2\text{)} = \frac{\text{PSH} \times 100}{\text{PCP}}$$

Donde:

PSH = Peso de las siluetas de las hojas (gramos).

100 = Área de las muestras de papel (10 cm x 10 cm).

PMP = Peso de la muestra de papel de 100 cm² (gramos).

IV. RESULTADOS

4.1. De la longitud de brotes por estaca

El crecimiento de los brotes producidos por la germinación de las estacas de “sacha yoco”, en los diferentes tratamientos, mantuvo un comportamiento altamente significativo a nivel de las diferentes unidades experimentales; es decir, que al menos uno o más tratamientos mostraron un comportamiento superior o diferente a los demás, ocasionando la diferenciación en dicho parámetro.

El resumen del análisis de variancia realizado para la longitud de los brotes emitidos por las estacas de la especie *Paullinia clavigera* se muestra en el Cuadro 4, donde también fueron analizados estadísticamente el comportamiento a nivel de los factores en estudio como tipo de estaca (factor A) y tamaño de estaca (factor B).

Cuadro 4. Análisis de variancia para el carácter longitud de brotes/estaca.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios	
Tratamientos	5	39,07	AS
A (Tipos de estaca)	2	75,08	AS
B (Tamaño de estaca)	1	24,64	S
AxB	2	10,27	NS
Error experimental	18	3,51	
Total	23		

C.V = 7,9%

El comportamiento de la longitud de los brotes en función al nivel del factor A (tipo de estaca) alcanzó un comportamiento altamente significativo, mientras que en el factor B (tamaño de estaca), solamente fue significativo; lo que indica que la influencia de los dos factores individualmente fue diferente. Sin embargo, a nivel de la interacción de los Factores AxB, estos no mostraron un comportamiento homogéneo; es decir, que la interacción de estos dos factores no influyeron en el comportamiento de la longitud del brote del "sacha yoco".

De acuerdo al coeficiente de variabilidad alcanzado en el presente experimento, y considerando como parámetro evaluado a la longitud del brote de las estacas de "Sacha yoco", el promedio mostrado (7,9%) se encuentra clasificado en el rango de excelente homogeneidad estadística, lo que indica que los datos obtenidos muestran una gran confiabilidad, ya que las variaciones de medición o de conducción del experimento son muy bajas.

Considerando lo anteriormente descrito, en la cual se encontró un comportamiento individual diferente a nivel de los dos factores en estudio, se procedió a realizar la prueba de efectos simples con fines de determinar la influencia de los diferentes tipos de estacas empleadas en el presente experimento, el cual dieron como resultado a un comportamiento diferente a nivel de los tres tipos utilizados.

Cuadro 5. Prueba de Duncan para tipos de estacas de *Paullinia clavigera* en el carácter longitud de brotes por tipo de estaca.

Tipo de estaca (A)	Longitud de brotes (cm)	
a ₂ (Estacas del tercio medio de la planta)	25,88	a
a ₁ (Estacas del tercio inferior de la planta)	25,21	a
a ₃ (Estacas del tercio superior de la planta)	20,27	b

Analizando el Cuadro 5, podemos decir que el comportamiento de los tipos de estacas empleados, mostraron un comportamiento heterogéneo entre ellas; a tal punto de decir que las estacas del tercio medio de la planta (a₂) y las estacas del tercio inferior (a₁), alcanzaron medias respectivas de 25,88 y 25,21 cm. en cuanto a la longitud del brote, mostrando un comportamiento homogéneo entre ellas; sin embargo las estacas del tercio superior (a₃) presentaron las medias inferiores, y se comportaron de manera diferente a los tratamientos anteriormente descritos, llegando a alcanzar solo 20,27 cm de longitud de brote (Figura 1).

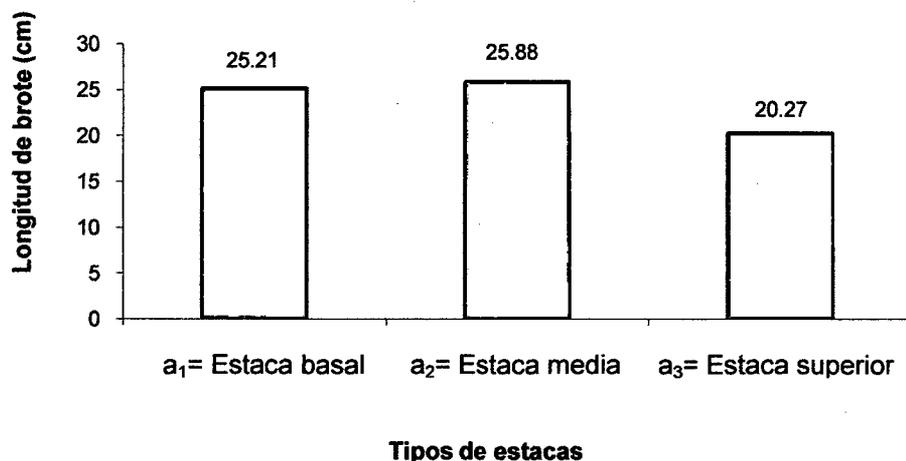


Figura 1. Comportamiento de los tipos de estacas de *Paullinia clavigera*, en relación a la longitud de brotes.

Del mismo modo, para la determinación de la influencia del tamaño de las estacas en la longitud de los brotes, se realizó la prueba de Duncan con un nivel de $\alpha = 0,05$, la cual es mostrada en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Prueba de Duncan para tamaños de estacas de *Paullinia clavigera*, en el carácter longitud de brotes.

Tamaño de estaca (B)	Longitud de brotes (cm)	
b ₂ (40 cm)	24,81	a
b ₁ (30 cm)	22,77	b

Del presente cuadro, se deduce que en promedio de las longitudes de los brotes de *Paullinia clavigera* Schide Var. 'Bullata' D.R. Simpson, fueron

diferentes, lo que indica que el comportamiento de los brotes emitidos por los dos tamaños de estacas empleadas en el presente experimento fueron diferentes, a tal punto de alcanzar promedios de 24,81 cm de longitud de brotes en estacas de 40 cm de tamaño, este a su vez supero a los brotes emitidos por las estacas 30 cm, las cuales solo alcanzaron 22.77 cm de longitud (Figura 2).

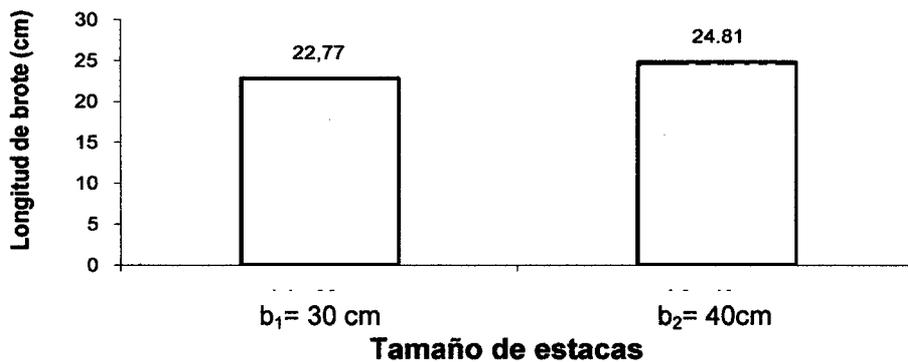


Figura 2. Comportamiento de la longitud de brotes en relación al tamaño de estacas (factor B) en la longitud de los brotes de *Paullinia clavigera*.

4.2. Del número de hojas por brote

El comportamiento mostrado en el parámetro del número de hojas/brote de "sacha yoco" a nivel del experimento se puede observar en el Cuadro 7, donde se resume el análisis de variancia realizado en dicho parámetro.

Cuadro 7. Análisis de variancia para el carácter número de hojas/brote.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios	
Tratamientos	5	1,46	AS
A (Tipos de estaca)	2	1,79	AS
B (Tamaño de estaca)	1	1,50	S
AxB	2	1,12	S
Error experimental	18	0,25	
Total	23		

C.V = 16,09%

Interpretando el Cuadro 7, del análisis de variancia para el parámetro del número de hojas/brote, se puede decir que a nivel de los tratamientos experimentales se logró alcanzar un comportamiento altamente significativo, indicando que por lo menos uno o más tratamientos en estudio manifestaron una diferencia en el comportamiento de las mismas.

Con respecto a nivel de los factores en estudios, estos presentaron un comportamiento similar al parámetro anteriormente descrito (longitud de brotes); es decir que el tipo y tamaño de estacas permiten que el número de hojas alcanzado por cada uno de ellos sea diferente. Del mismo modo, el comportamiento del mismo parámetro pero en función a la interacción de los dos factores (tipo de estaca y tamaño de estacas) alcanzo un comportamiento significativo, lo que indica que existe influencia por la asociación de estos dos factores en la producción de hojas.

En cuanto al coeficiente de variabilidad alcanzado, que fue el de 16,09%, esta nos indica que presenta una confiabilidad por que los resultados o medias obtenidas se encuentran considerados como de buena homogeneidad.

Conocido el comportamiento diferente que presentaron las estacas en función al parámetro del número de hojas/brote, por la interacción de los dos factores en estudio, se realizó la prueba de comparación de medias mostrada en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Prueba de Duncan de la interacción de los factores AxB para el número de hojas por brote.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios	
A en b ₁	2	0,33	NS
A en b ₂	2	2,58	AS
B en a ₁	1	3,12	AS
B en a ₂	1	0,50	NS
B en a ₃	1	0,12	NS
Error experimental	18	0,25	

N.S.: No significativo

A.S.: Altamente significativo

Del Cuadro 8, se observa que la interacción de los dos factores estudiados permiten que el comportamiento del número de hojas/brote es diferente a nivel de algunas interacciones. Tal es el caso, que tipo de tamaño de estaca (factor A) asociado al tamaño de estaca b₂ (40 cm) y tamaño de estaca + estacas del tercio inferior (a₁) alcanzaron un comportamiento

altamente significativo frente a las demás combinaciones o tratamientos, lo que indica que fueron superiores en la producción del número de hojas/brote.

Mientras que a nivel de las otras combinaciones o interacciones de los demás factores, estas no mostraron un comportamiento diferente; es decir, que los tratamientos conformados por estos factores mostraron unas medias similares en la producción de dicho órgano.

Cuadro 9. Comparación múltiple de Duncan para los tipos y tamaños de estacas de *Paullinia clavigera*, en el número de hojas/brote.

Tipo de estaca (40 cm)	Nº de hojas/brote	
a ₁ b ₂ (Estacas del tercio inferior de 40 cm)	2,75	a
a ₂ b ₂ (Estacas del tercio medio de 40 cm)	2,50	a
a ₁ b ₁ (Estacas del tercio inferior de 30 cm)	1,60	b
a ₃ b ₂ (Estacas del tercio superior de 40 cm)	1,25	b

En el Cuadro 9, se observa que las combinaciones originadas por las estacas de 40 cm provenientes de la parte basal y media de la planta (a₁ b₂) y (a₂ b₂) mostraron un comportamiento superior con respecto a las demás, alcanzando medias de 2,75 y 2,50 hojas/brote.

4.3. De la longitud de raíces por estaca

Cuadro 10. Análisis de variancia para el carácter longitud de raíces/estaca.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios	
Tratamientos	5	112,83	AS
A (Tipos de estaca)	2	229,02	AS
B (Tamaño de estaca)	1	98,37	S
AxB	2	3,86	NS
Error experimental	18	19,36	
Total	23		

C.V = 20,48%

N.S.: No significativo

A.S.: Altamente significativo

Del Cuadro 10, se deduce que la interacción de los dos factores en estudio (tipo y tamaño de estacas del "sacha yoco") no presentó un comportamiento significativo; es decir, que no existió influencia en la asociación de estos dos factores en la longitud de raíces.

Por otra parte, a nivel de los tratamientos en estudio y de cada uno de los factores, existió un comportamiento significativo en el crecimiento de la longitud del tamaño de las raíces del "sacha yoco"; por lo que se hizo indispensable realizar la prueba de comparación de medias, la cual se muestra en el Cuadro 11.

Del mismo modo, analizando al coeficiente de variabilidad encontrado después de realizar el análisis de variancia, este alcanzó una media de 20,48%, la cual es calificada como de buena homogeneidad.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para tipos de estacas de *Paullinia clavigera*, en la longitud de raíces por tipo de estaca.

Tipo de estaca (A)	Longitud de raíces (cm)	
a ₁ (Estacas del tercio inferior de la planta)	26,32	a
a ₂ (Estacas del tercio medio de la planta)	22,40	a
a ₃ (Estacas del tercio superior de la planta)	15,74	b

Del Cuadro 11, se deduce que el tipo de estaca a₁ (estacas del tercio inferior), obtuvo la mayor longitud de raíces por brote con 26.32 cm; no diferenciándose estadísticamente del tipo de estaca a₂ (estacas del tercio medio), quien presentó una medida de 22.40 cm.

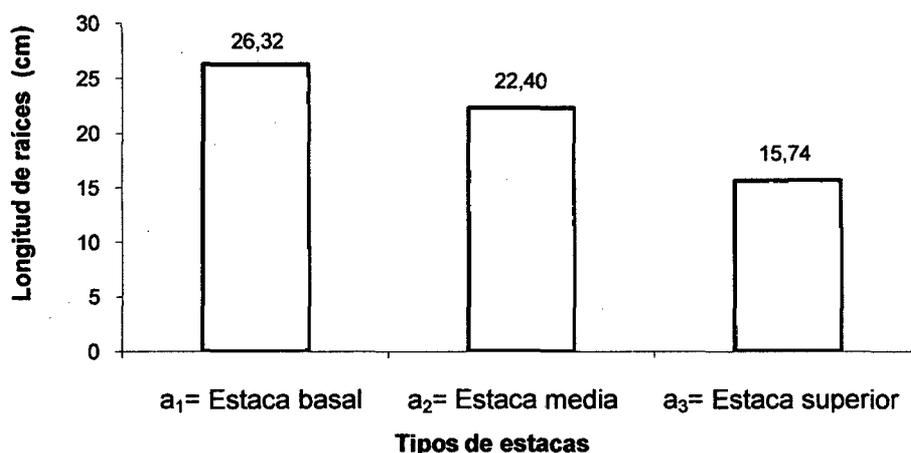


Figura 3. Comportamiento de los tipos de estacas de *Paullinia clavigera* en la longitud de raíz.

Sin embargo, también se observa en la Figura 3, que ambos presentaron diferencias estadísticas con respecto a las estacas del tercio superior (a_3), que ocupó el último lugar con una longitud de raíces de 15,74 cm/estaca.

Con respecto al análisis de medias realizado en función al factor B, esta se encuentra resumida en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para el tamaño de estacas de *Paullinia clavigera* en la longitud de raíces/estaca.

Tamaño de estaca (B)	Longitud de raíces/estaca (cm)	
b_2 (40 cm)	23,51	a
b_1 (30 cm)	19,46	b

Del cuadro anterior, se deduce que los tamaños de estacas de *Paullinia clavigera* estudiados, mostraron un comportamiento diferente a nivel de los dos existentes; en donde las estacas de 40 cm, (b_2 : 40 cm), se comportó de manera superior con 23,51 cm, en el carácter longitud de raíces, diferenciándose estadísticamente de las estacas de 30 cm (b_1 : 30 cm), con medias de 19,46 cm. de longitud/raíces por estaca (Ver Figura 4).

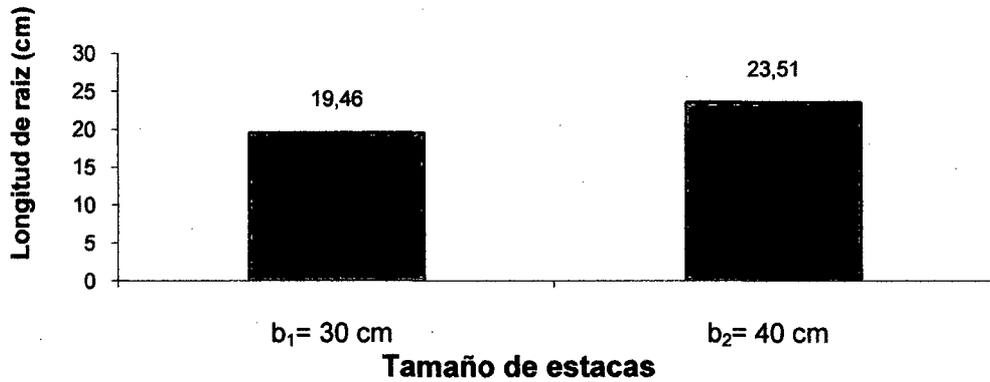


Figura 4. Comportamiento del tamaño de estacas de *Paullinia clavigera* en la longitud de raíces.

4.4. Del número de raíces por estaca

Cuadro 13. Análisis de variancia del carácter numero de raíces/estaca.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios	
Tratamientos	5	10,86	AS
A (Tipos de estaca)	2	3,79	NS
B (Tamaño de estaca)	1	6,00	NS
AxB	2	20,37	AS
Error experimental	18	1,38	
Total	23		

C.V = 22,81%

N.S.: No significativo
A.S.: Altamente significativo

Del análisis de variancia mostrado en el Cuadro 13, se observa que el comportamiento a nivel individual de los dos factores en estudio no presentaron

variación; es decir que se comportaron de manera similar sin presentar variación e influencia en el comportamiento del número de raíces/brote.

En cambio, a nivel de los tratamientos en estudio y a nivel de la interacción de los dos factores (AxB), estas mostraron un comportamiento altamente significativo, lo que indica que al menos uno de los tratamientos presento un comportamiento superior y diferente con respecto a los demás.

Con respecto al coeficiente de variabilidad, este alcanzó una media de de 22,81%, indicando que los resultados obtenidos son considerados como medias homogéneas. A continuación en el Cuadro 14, se muestra la prueba de comparación de medias de la interacción de los factores AxB.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para la interacción de los factores AxB para el número de raíces/estaca.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios	
A en b ₁	2	13,08	AS
A en b ₂	2	11,08	AS
B en a ₁	1	28,12	AS
B en a ₂	1	12,50	AS
B en a ₃	1	6,12	NS
Error experimental	18	1,38	

N.S.: No significativo
A.S.: Altamente significativo

Del Cuadro 14, se tiene que por efecto de la interacción de los factores: tipos y tamaño de estacas, en el carácter número de raíces/estaca, existe diferencias estadísticas significativas al 1% de probabilidad, en el tipo de

estaca (A) al nivel b_1 (30 cm), y al nivel b_2 (40 cm). Por otro lado, las reacciones producidas por el efecto de la interacción del tamaño y tipos de estacas, en el carácter número de raíces para tamaño de estacas (B) y tipos de estacas a_1 (estacas del tercio inferior) y a_2 (estacas del tercio medio), estas mostraron diferencias estadísticas significativas en su comportamiento, mientras que el tipo a_3 (estacas del tercio superior) resulto no significativa.

Cuadro 15. Comparación múltiple de Duncan para los tipos y tamaños de estacas de *Paullinia clavigera* en el número de raíces/estaca.

Variables	Nº de raíces/estaca	
$a_1 b_2$ (Estacas del tercio inferior de 40 cm)	7,50	a
$a_2 b_1$ (Estacas del tercio medio de 30 cm)	6,75	a
$a_3 b_2$ (Estacas del tercio superior de de 40 cm)	5,25	b
$a_2 b_2$ (Estacas del tercio medio de de 40 cm)	4,25	b
$a_1 b_1$ (Estacas del tercio inferior de de 30 cm)	3,75	b
$a_3 b_1$ (Estacas del tercio superior de de 30 cm)	3,50	b

En el Cuadro 15, se observa los resultados alcanzados por el efecto de la interacción de los factores AxB, en donde las estacas del tercio inferior de 40 cm ($a_1 b_2$) y las estacas del tercio medio de 30 cm ($a_2 b_1$), alcanzaron un comportamiento diferente y superior, frente a los demás tratamientos, con 7,50 y 6,75 raíces/estaca. Mientras que las demás combinaciones mostradas en el Cuadro 15, se comportaron de manera homogénea estadísticamente, pero a la vez inferior a los dos tratamientos anteriormente descritos.

4.5. Del diámetro de brote

De acuerdo al análisis de variancia mostrado en el Cuadro 16, se observa que a nivel de los tratamientos en estudio y del factor A (tipos de estaca), existe una alta significación estadística en sus comportamientos, quiere decir que existió diferencia en el comportamiento a nivel del diámetro de los brotes producidos en las estacas de diferente procedencia. En el caso del factor B (tamaño de estacas), estas no presentaron diferencia en su comportamiento con respecto al diámetro del brote originado en cada una de ellas.

Cuadro 16. Análisis de variancia del carácter diámetro de brote/estaca.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios	
Tratamientos	5	0,18	AS
A (Tipos de estaca)	2	0,43	AS
B (Tamaño de estaca)	1	0,00	NS
AxB	2	0,02	NS
Error experimental	18	0,00	
Total	23		

C.V. = 11,70%

N.S.: No significativo

A.S.: Altamente significativo

De acuerdo al coeficiente de variabilidad alcanzado (11,70%), podemos manifestar que los datos obtenidos para el presente análisis estadístico, son considerados de muy buena homogeneidad; es decir, que la toma de observaciones (diámetro) y conducción del experimento permiten dar veracidad a las medias obtenidas en las diferentes unidades experimentales.

Debido a la variación del comportamiento de los tratamientos en función al tipo de estaca de "sacha yoco" presentado en el Cuadro 17, donde se encontró diferencias en el diámetro de los brotes, se realizó la prueba de Duncan con un nivel de significación de 0,05%, el cual se muestra en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Prueba de Duncan para tipos de estacas (factor A) de *Paullinia clavigera*, en el diámetro de brote.

Tipo de estaca (A)	Diámetro de brote (cm)	
a ₂ (Estacas del tercio medio de la planta)	0,86	a
a ₁ (Estacas del tercio inferior de la planta)	0,76	b
a ₃ (Estacas del tercio superior de la planta)	0,42	c

Con respecto al diámetro de los brotes producidos en los diferentes tipos de estacas, podemos decir que las estacas del tercio medio (a₂), alcanzaron un mayor diámetro (0,86 cm) y presentaron un comportamiento estadístico superior a los demás tipos de estacas; así mismo, las del tercio inferior (a₁) con 0,76 cm y las estacas del tercio superior (a₃) con 0,42 cm fueron presentando un comportamiento descendiente en los diámetros de los brotes producidos en dichas estacas (Ver Figura 5).

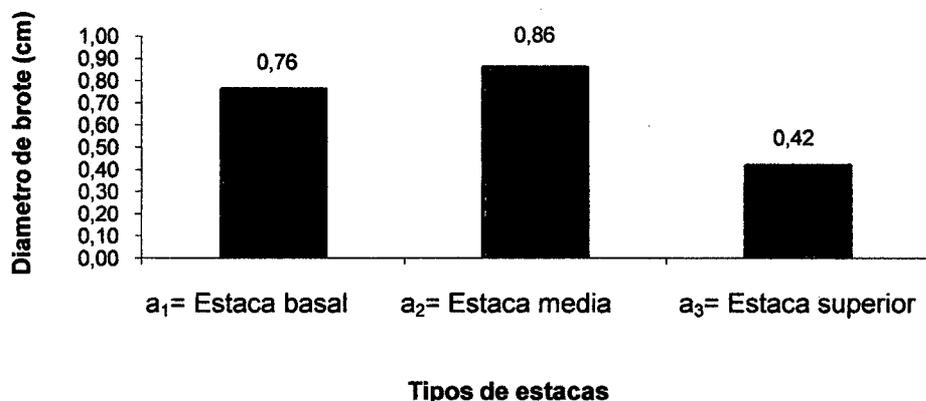


Figura 5. Comportamiento de los tipos de estacas (factor A) de *Paullinia clavigera*, en el diámetro de brotes.

4.6. Del área foliar (cm²)

Cuadro 18. Análisis de variancia para el área foliar.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios	
Tratamientos	5	1687946,60	AS
A (Tipos de estaca)	2	3732211,65	AS
B (Tamaño de estaca)	1	301320,37	AS
AxB	2	336994,66	AS
Error experimental	18	4602,32	
Total	23		

C.V. = 9,80%

El comportamiento de la especie "sacha yoco" con respecto al área foliar, este presentó un comportamiento diferente a nivel de los tratamientos y factores en estudios, lo cual indica que existió una influencia de parte del tipo y

tamaño de estaca, así como la interacción de estos dos factores, por lo cual se procedió a realizar pruebas de comparación de medias (Cuadro 18).

Del mismo modo, describiendo la variable de variabilidad, el cual alcanzo una media de 9,80%, lo que indica que los resultados procesados tiene una excelente homogeneidad de medias, haciéndolas confiables para su proceso, análisis e interpretación.

Cuadro 19. Comparación múltiple entre los factores en estudio para el área foliar.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios	
A en b_1	2	930641,67	AS
A en b_2	2	3138564,63	AS
B en a_1	1	1691,29	NS
B en a_2	1	973591,51	AS
B en a_3	1	26,90	NS
Error experimental	18		

Del Cuadro 19, podemos resumir que existió diferencias estadísticas en el comportamiento del área foliar a nivel de las fuentes A en b_1 , b_2 y B en a_2 ., y en tal sentido se realizó la prueba de comparación de medias.

Cuadro 20. Prueba de Duncan para tipos y tamaños de estacas (factor A) de *Paullinia clavigera* en el área foliar.

Tipo de estaca (A)	Área foliar (cm²)	
a ₂ (Estacas del tercio medio de la planta)	1473,69	a
a ₁ (Estacas del tercio inferior de la planta)	395,13	b
a ₃ (Estacas del tercio superior de la planta)	208,39	c
Tamaño de estaca (B)	Área foliar (cm²)	
b ₂ (40 cm)	804,45	a
b ₁ (30 cm)	580,36	b

Del Cuadro 20, se observa que el índice de área foliar a nivel de las estacas, las que mayor influencia presento fueron las provenientes del tercio medio (a₂), con 1473,69 cm², diferenciándose estadísticamente de las estacas del tercio inferior (a₁), con 395,13 cm² y de las estacas del tercio superior (a₃), que ocupó el último lugar con 208,39 cm² (Figura 6).

En comportamiento del área foliar los diferentes tamaños de estacas de *Paullinia clavigera*, las estacas de 40 cm (b₂) con 804,45 cm² se diferenciaron estadísticamente de las estacas de 30 cm (b₁) con 580,36 cm² (Figura 7).

La determinación de la influencia final de la interacción de cada uno de los factores en estudio (tipo y tamaño de estacas) fue realizada a través del análisis de comparación de medias, mostrada en el Cuadro 21.

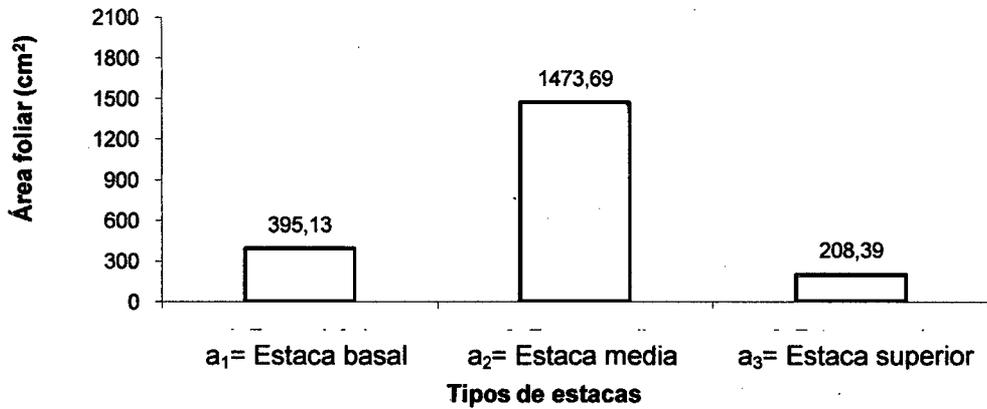


Figura 6. Comportamiento de los tipos de estacas de *Paullinia clavigera*, en el área foliar.

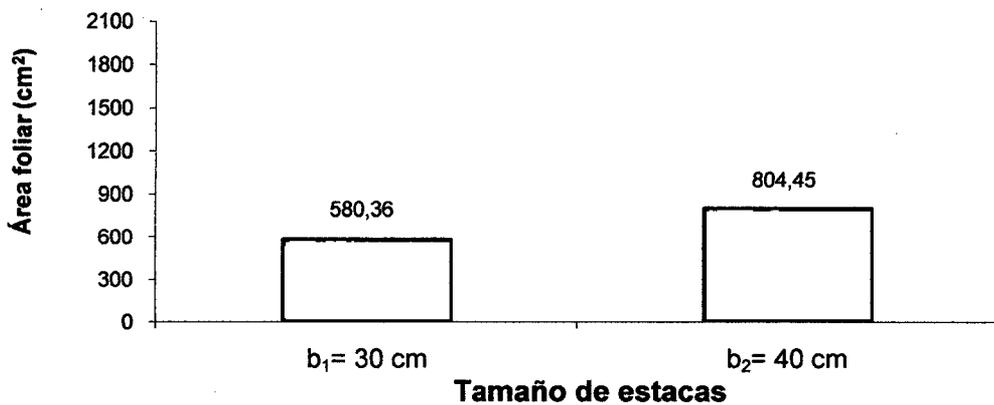


Figura 7. Comportamiento de los dos tamaños de estacas en el área foliar de *Paullinia clavigera*.

Cuadro 21. Comparación múltiple de Duncan para tipos y tamaños de estacas de *Paullinia clavigera* en el área foliar.

Tamaño de estaca (30 cm)	Área foliar (cm ²)	
a ₂ b ₂ (Estacas del tercio medio de 40 cm)	1822,55	a
a ₂ b ₁ (Estacas del tercio medio de 30 cm)	1124,84	a
a ₁ b ₁ (Estacas del tercio inferior de 30 cm)	409,67	b
a ₁ b ₂ (Estacas del tercio inferior de 40 cm)	380,59	b
a ₃ b ₂ (Estacas del tercio superior de 40 cm)	210,23	c
a ₃ b ₁ (Estacas del tercio superior de 30 cm)	206,56	c

En el Cuadro 21, se observa que los mayores resultados se obtuvieron en la combinación a₂b₂ (estaca de 40 cm proveniente del tercio medio) y a₂b₁ (estacas de 30 cm proveniente del tercio medio) con 1822,55 y 1124,84 cm² de área foliar, resultando muy superior a las otras combinaciones. Seguidas de las combinaciones a₁b₁ (estacas de 30 cm proveniente del tercio inferior) y a₁b₂ (estacas de 40 cm. proveniente del tercio inferior), con 409,67 y 380,59 cm².

4.7. De la materia seca

Cuadro 22. Análisis de variancia para la materia seca.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios	
Tratamientos	5	295,89	AS
A (Tipos de estaca)	2	542,40	AS
B (Tamaño de estaca)	1	71,52	NS
AxB	2	161,58	AS
Error experimental	18	30,54	
Total	23		

C.V. = 12,65%

N.S.: No significativo

A.S.: Altamente significativo

En el Cuadro 22, se observa que el comportamiento a nivel de los tratamientos, factor A e interacción de los factores AxB, mostraron un comportamiento estadístico altamente significativo, lo que indicaría que existió influencia en el tipo de estaca utilizada para la determinación de la materia seca del “sacha yoco”.

Con fines de la determinación de la influencia del tipo de estaca en la producción de materia seca de la especie en estudio, se realizó la prueba de comparación de medias mostrada en el Cuadro 23.

Cuadro 23. Comparación múltiple de Duncan para tipos y tamaños de estacas de *Paullinia clavigera* en la materia seca.

Tamaño de estaca (30 cm)	Materia seca	
a ₂ b ₁ (Estacas del tercio medio de la planta)	57,26	a
a ₁ b ₂ (Estacas del tercio inferior de la planta)	46,26	a
a ₁ b ₁ (Estacas del tercio inferior de la planta)	46,07	b
a ₂ b ₂ (Estacas del tercio medio de la planta)	43,57	b
a ₃ b ₂ (Estacas del tercio superior de la planta)	36,08	b
a ₃ b ₁ (Estacas del tercio superior de la planta)	32,94	c

En el Cuadro 23, se observa que los comportamientos superiores en cuanto a la materia seca producida por la especie “sacha yoco” estuvieron presentes en las combinaciones de estacas del tercio medio de la planta (a₂ b₁) y las estacas del tercio inferior de la planta (a₁ b₂), con 57,26 y 46,26 g.

V. DISCUSIÓN

5.1. De la longitud de brotes

En el resumen del análisis de variancia de los resultados obtenidos en el Cuadro 4, realizado para la característica longitud de brotes/estaca, en donde se encontró que existe diferencia en el comportamiento a nivel de los tipos de estacas utilizadas, que influyen de manera diferente en la longitud o parámetro mencionado. Es decir, que los diferentes tipos de procedencia de las estacas (tercio inferior, medio y superior) causaron diferentes comportamiento en el crecimiento de los brotes del "sacha yoco".

Los valores promedios de longitud de brote de las estacas en estudio, fluctuaron de 20,12 a 27,32 cm, presentando mayor longitud de brotes las estacas del tercio inferior y medios (Ver Anexo, Cuadro 31); concordando con lo descrito por HARTMANN *e. al.*, (1992), quien manifiesta que las mejores estacas para la propagación asexual de las especies leñosas son obtenidas o extraídas de los tercios inferiores y medios de la planta. A esto se puede sumar la teoría que las mayores reservas alimenticias de las plantas se encuentran en la parte baja de sus órganos, las cuales ayudan a alimentar a las futuras plantas o brotes que emergen de las mismas, originando un mayor crecimiento frente a los brotes provenientes de órganos extraídos de las partes finales de las ramas.

Realizada la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) de los efectos simples de los factores en estudio (Cuadro 5), se presentan las alturas de 25,88 y 25,21 cm, frente a 20,27 cm proveniente de la estaca del tercio superior de la planta, corroborando al autor citado anteriormente.

En lo que respecta al efecto de los tamaños de estacas (B) (Cuadro 6 Figura 2), se puede observar un comportamiento diferente en las estacas b_2 (40 cm) y b_1 (30 cm), cuyos promedios de variación estuvieron entre 24,80 y 22,77 cm respectivamente. Este comportamiento superior en la estaca b_2 (estacas de 40 cm de longitud) puede deberse a su mayor concentración de carbohidratos en relación a los demás tamaños en estudio, que a nivel de los brotes se va tornar disponible hasta cierto nivel, permitiendo un mayor desarrollo de los brotes.

5.2. Del número hojas por brote

En el Cuadro 7, se muestra el resumen del análisis de variancia para la característica número de hojas de las estacas brotadas de *Paullinia clavigera* Schide Var. 'Bullata' D.R. Simpson; encontrándose diferencias significativas a nivel del factor A (tipo de estaca) y B (tamaño de estaca), aunado a la interacción AxB. Esto nos estaría indicando que los diversos tipos y tamaños de estacas, tienen comportamiento diferente frente a esta característica, debido a que la acumulación de reservas alimenticias en cada uno de los órganos de reproducción utilizadas en el presente experimento es diferente, originando que estas se diferencien en su comportamiento.

Los valores promedios de número de hojas en los tratamientos en estudio, fluctuaron de 1,25 a 2,75 hojas/brote; presentando mayor cantidad de hojas/brote las estacas del tercio inferior y medio (Cuadro 32); resultando ser mejor las estacas del tercio inferior de 40 cm y las estacas del tercio medio de 40 cm concordando nuevamente con HARTMANN *et al.*, (1992), quien manifiesta que las estacas de mayor tamaño presentan un mejor comportamiento al momento de reproducirlas.

En el Cuadro 9, se indican los cuadrados medios de los efectos simples entre los factores en estudio para el carácter número de hojas/brote; observándose diferencias significativas en el comportamiento a nivel de las combinaciones e interacción de los factores, creando una superioridad a nivel de las estacas provenientes del tercio inferior y medio con un tamaño de las mismas de 40 cm. Estas diferencias mostradas dentro de cada tipo o tamaño de estaca, se deban posiblemente al diferente contenido nutricional de las estacas en estudio, corroborada por HARTMANN *et al.* (1992), quien afirma que las mayores reservas de alimento de las plantas se localizan en las partes basales de las mismas.

Realizada la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos simples de los factores en estudio (Cuadro 9), se presentan promedios de hojas / brotes de *Paullinia clavigera* Schide Var. 'Bullata' D.R. Simpson, para la fuente estudiada en cada tipo de estaca (A); observándose que no hay diferencias significativas en las estacas del tercio inferior y medio (a_1 y a_2), a excepción de las estacas del tercio superior a_3 , donde las estacas del tercio medio (a_2), alcanzaron el

mayor número de hojas por brote, siendo similar a las estacas del tercio inferior, pero diferenciándose de las estacas del tercio superior en estudio. Esta diferenciación en la cantidad de hojas, se puede deber al mayor contenido de carbohidratos acumulados en las estacas del tercio inferior y medio, al diámetro mayor que presentan estas estacas, a la edad de la planta madre, que permite un mayor desarrollo de los brotes y por consiguiente una mayor cantidad de hojas.

En lo que respecta al efecto de los tamaños de estacas se puede observar un comportamiento diferente en las estacas b_2 (40 cm) y b_1 (30 cm). Este comportamiento superiores en la estaca b_2 (estacas de 40 cm de longitud) puede deberse a su mayor concentración de carbohidratos en relación a los demás tamaños en estudio, que a nivel de los brotes se va tornar disponible hasta cierto nivel, permitiendo un mayor desarrollo de hojas. Este comportamiento diferente de las estacas basales se atribuye a que dichas estacas tienen almacenadas una amplia provisión de materia alimenticia para nutrir a las raíces, tallos y hojas (HARTMANN *et al.*, 1992)

5.3. De la longitud y número de raíces por estaca

En el resumen del análisis de variancia de los resultados obtenidos en el presente estudio (Cuadro 10 y Cuadro 13), realizado para la característica longitud y número de raíces por estaca, la prueba de F nos indica que hay diferencias estadísticas significativas al 1% de probabilidad para el efecto de tratamiento, factor tipo de estaca (A) en el carácter longitud de raíces y una probabilidad de 1% para tratamiento y la interacción AxB para el carácter

número de raíces; así mismo, se encontró diferencias estadísticas de 5% en el factor tamaño de estaca (B) para el carácter longitud de raíces, pero no se encontraron diferencias estadísticas para la interacción AxB en el carácter longitud de raíces; tampoco se pudo demostrar diferencias estadísticas para el factor tipo de estaca (A) y tamaño de estaca (B) en el carácter número de raíces por estaca; estas diferencias sean posiblemente debido a las diferentes concentraciones de carbohidratos que presentan las estacas de los tratamientos en estudio.

Los valores promedios de longitud y número de raíces de las estacas en estudio, fluctuaron de 28,78 a 14,52 cm para longitud de raíces y 7,5 a 3,5 raíces/estaca para número de raíces; presentando mayor longitud y número de raíces las estacas del tercio inferior y medio (Cuadro 46 y Cuadro 47); quedando confirmado que en la composición química de las ramas hay marcadas diferencias de la base a la punta; observándose esta variabilidad en la formación de raíces en las estacas basales y centrales (HARTMANN *et al.*, 1992).

Realizada la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos simples de los factores en estudio (Cuadro 14 y Figura 5), se presentan los promedios de longitud de raíces/estaca de *Paullinia clavigera* Schide Var. 'Bullata' D.R. Simpson, para las fuentes estudiadas en cada tipo de estaca (A); observándose que no hay diferencias significativas en las estacas del tercio inferior (a_1), alcanzó la mayor longitud de raíces siendo similar a las estacas del

tercio medio, pero diferenciándose de las estacas del tercio superior. Esta diferenciación en la longitud de raíz, se puede deber a que en tallos de mas edad, los carbohidratos se hayan acumulado en la base de las ramas y tal ves se han formado algunas iniciales de raíz, posiblemente bajo la influencias de sustancias promotoras de raíz procedentes de las yemas y hojas (HARTMANN *et. al.*, 1992)

En lo que respecta al efecto de los tamaños de estacas (B) (Cuadro 15 Figura 6), se puede observar un comportamiento diferente en las estacas b_2 (40 cm) y b_1 (30 cm). Este comportamiento superior en la estaca b_2 (estacas de 40 cm de longitud) puede deberse a su mayor concentración de carbohidratos en relación a los demás tamaños en estudio, que a nivel de las estacas se va tornar disponible hasta cierto nivel, permitiendo un mayor desarrollo de las raíces.

En el Cuadro 17, se indican los cuadrados medios de los efectos simples entre los factores en estudio para el carácter número de raíces/brote; observándose diferencias significativas al 1% de probabilidad por efecto del factor tipos de estacas (A) en las estacas de 30 y 40 cm (b_1 y b_2) y por efecto del factor tamaños de estacas (B), en las estacas del tercio inferior (a_1) y estacas del tercio medio (a_2) para el carácter número de raíces/brote; y diferencias no significativas por efecto del factor tamaño de estacas (B) en las estacas a_3 (tercio superior). Estas diferencias mostradas dentro de cada tipo o tamaño de estaca, se deba posiblemente al diferente contenido nutricional,

edad de la planta madre, composición química de las estacas y a la mayor concentración de sustancias endógenas promotoras del enraizamiento (HARTMANN *et al.*, 1992).

Del Cuadro 18, prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos simples de los factores en estudio para el número de raíces / brote, se deduce una mayor cantidad de raíces, por efecto del tamaño de estaca b_1 (30 cm) en las estacas del tercio medio (a_2), resultando estadísticamente diferente y superior a las estacas del tercio inferior y superior (a_1 y a_3); del Cuadro 19, se deduce una mayor cantidad de raíces/brote en las estacas de 40 cm del tercio inferior; las mismas diferencias se nota en el Cuadro 20 cuando se comparo el tipo de estacas con los dos tamaños de estacas, presentando un mayor promedio de raíces/brote las estacas del tercio inferior de 40 cm. En el Cuadro 21; los mejores promedios se presentaron en las estacas del tercio medio de 30 cm este comportamiento diferente de las estacas del tercio inferior y medio se atribuye a que dichas estacas tienen almacenadas una amplia provisión de materia alimenticia para nutrir a las raíces, tallos y hojas (HARTMANN *et al.*, 1992).

5.4. Del diámetro de brote

Con respecto al diámetro de brotes, las diferencias encontradas por efecto del factor A (tipos de estacas) más no por efecto del factor B (tamaños de estacas) (Cuadro 16), nos indica que los comportamientos diferentes de las estacas en la expresión de estas características, no estará influenciado

posiblemente por efecto del factor tamaño, debido al similar comportamiento en los dos tamaños de estacas (Figura 5).

Así mismo, se observa que no hubo un efecto significativo de los tamaños de estacas (factor B), en el diámetro de brotes; lo que nos permite afirmar que el carácter evaluado se encuentra influenciada por el tipo de estaca, puesto que los mayores promedios se encontraron en la estacas del tercio medio (Cuadro 35).

Al realizar las comparaciones entre los promedios de los tipos de estacas (factor A), en el (Cuadro 17), se observa que las estacas del tercio medio (a_2) obtuvieron los más altos valores de diámetro de brote con 0,86 cm, respectivamente; diferenciándose significativamente de los demás tipos de estacas en estudio (estacas del tercio inferior y superior).

Esta diferencia en el diámetro respecto al encontrado en el ensayo posiblemente se debe a factores como: condición fisiológica de la planta madre ya que las puntas de las ramas tienen pocos alimentos almacenados y en cambio las estacas que se obtienen de la parte central y basal tienen una gran cantidad de carbohidratos almacenados lo que le da una consistencia rígida y firme en los brotes (HARTMANN *et al.*, 1992).

5.5. Del área foliar

De acuerdo al Cuadro 18, quien muestra el resumen de variancia para el carácter área foliar por planta (cm^2), mostrando diferencias estadísticas significativas al 1% de probabilidad por efecto: tratamiento, factor A (tipos de

estacas); factor B (tamaños de estacas) y la interacción AxB, indicándonos que este carácter se ve influenciado por el tipo de estaca que se está utilizando, independientemente del tamaño de estaca (Factor B).

Los valores promedios de área foliar de las estacas en estudio, fluctuaron de 1822,25 a 210,23 cm²; presentando mayor área foliar las estacas del tercio medio (Cuadro 36); quedando confirmado que en la composición química de las ramas hay marcadas diferencias de la base a la punta (HARTMANN *et al.*, 1992); el valor más bajo pudo estar dado por la variabilidad propia en que se presenta el área y masa seca de las hojas a través del período de crecimiento durante el tiempo de enraizado, probablemente relacionado con la mayor variación que se presenta en las edades fisiológicas del material vegetativo para una misma edad cronológica en la planta, independientemente de los cambios climáticos que pudieron presentarse.

Al realizar las comparaciones entre los promedios de los tipos de estacas (factor A), en el Cuadro 19, 20 y Figuras 6 y 7, se observa que la estaca del tercio medio (a_2) obtuvo los más altos valores de área foliar con 1473,69 cm², respectivamente; diferenciándose significativamente de los demás tipos de estacas en estudio (estacas del tercio inferior y superior). En lo que respecta al efecto de los tamaños de estacas (B), se puede observar un comportamiento diferente en las estacas b_2 (40 cm) y b_1 (30 cm).

Con la finalidad de indicar el mejor tipo de estaca para la expresión de esta característica se muestra el efecto simple de los cuadrados medios y la

comparación múltiples para los factores en estudio para el carácter área foliar, observándose un mejor efecto positivo del tipo de estaca a_2 (estacas del tercio medio) en los dos tamaños, con 1822,55 y 1124,84 cm² (Cuadro 21) de área foliar por planta, diferenciándose significativamente de los demás tipos de estacas a_1 (estacas del tercio inferior) y a_3 (estacas del tercio superior), respectivamente.

La determinación del área foliar tiene gran importancia en los estudios relacionados con su crecimiento y desarrollo dado que en las hojas se sintetizan los carbohidratos que van a repartirse en los diferentes órganos; la capacidad de fotosíntesis de las plantas esta directamente relacionado con la superficie foliar expresado como índice de área foliar (HARTMANN *et. al.*, 1992).

5.6. De la materia seca

En el Cuadro 22, se muestra el resumen del análisis de variancia para el carácter materia seca de plantas brotadas de *Paullinia clavigera* Schide Var. 'Bullata' D.R. Simpson; encontrándose diferencias significativas al 1% de probabilidad para el efecto de tratamientos, factor A (tipos de estacas), interacción AxB en el carácter materia seca y diferencias no significativas para el factor B (tamaño de estacas), que a su vez nos estaría indicando que las diferencias mostradas por cada tratamiento en la expresión de este carácter, básicamente está influenciado por el factor A (tipos de estacas).

Los valores promedios de materia seca de la plantas brotadas en estudio, fluctuaron de 57,26 a 36,08 g, presentando mayor cantidad de materia seca las estacas del tercio medio de 30 cm seguido de las estacas del tercio inferior de 40 cm, mostrando diferencias significativas en comparación con las demás estacas (Cuadro 23); quedando confirmado que las estacas del tercio medio e inferior; presentan los mejores resultados debido a la mayor concentración de carbohidratos y condición fisiológica de la planta ya que hay marcadas diferencias de la base a la punta (HARTMANN *et al.*, 1992); observándose esta variabilidad en la formación de raíces, número de hojas, tamaño de brotes y cantidad de raíces.

En el Cuadro 23, se indican los cuadrados medios de los efectos simples entre los factores en estudio para el carácter materia seca; observándose diferencias significativas al 1% de probabilidad por efecto del factor tipo de estaca (A) en estacas de 30 cm (b_1) y 5% de probabilidad en estacas de 40 cm. En lo que respecta al efecto simple del factor tamaño de estacas (B), se observa diferencias significativas al 1% de probabilidad en la estaca a_2 (estaca del tercio medio) y diferencias no significativas para las estacas a_1 (estaca del tercio inferior) y estaca a_3 (estaca del tercio superior), en estudio para el carácter materia seca. Estas diferencias mostradas dentro de cada tipo o tamaño de estaca, se deban posiblemente al diferente contenido nutricional de las estacas en estudio, así como también al grado de disponibilidad de cada una de ellas.

Realizada la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos simples de los factores en estudio (Cuadro 33 y Figura 10), se presentan los promedios de materia seca de *Paullinia clavigera* Schide Var. 'Bullata' D.R. Simpson, para cada tipo de estaca (A); observándose que no hay diferencias significativas en las estacas del tercio medio (a_2), siendo similar a las estacas del tercio inferior (a_1) pero diferenciándose de las estacas del tercio superior (a_3) en estudio.

Teniendo en cuenta los resultados de comparación múltiple, en promedio de materia seca, respecto a los efectos simples del factor tipos de estacas y los efectos simples tamaño de estacas, encontramos que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que existen diferencias en el comportamiento de los tipos de estacas en cada uno de los tamaños, siendo las estacas del tercio medio de 30 cm y estacas del tercio inferior de 40 cm, los que sobresalieron en cantidad de materia seca respecto a las demás estacas, esto debido a su componente nutricional de las estacas las cuales favorecen el mayor desarrollo de los brotes, hojas y raíces. Asimismo, en promedio de los tamaños de estacas, se encontraron diferencias estadísticas en el efecto de tipos de estacas (tercio medio), respectivamente.

Observaciones realizadas a nivel de campo en relación a la brotación en las diferentes estacas en estudio, nos permite afirmar: que la inicialización de brotes y hojas es muy importante cuando se enraízan estacas de madera dura ya que estas emergen antes que las raíces; en las yemas en desarrollo y hojas, se forman hormonas que son transportadas a través del floema a la base de las

estacas, produciendo el estímulo necesario para la formación de raíces (HARTMANN *et al.*, 1992); la fotosíntesis de las hojas es mas importante después de la iniciación de raíces y ayudaría en el desarrollo y crecimiento mas rápido de las raíces (DAVIS, 1989).

En cuanto a la emergencia de raíces/brote en las diferentes estacas en estudio, nos permite afirmar, que estas se forman después de la emergencia de brotes en los extremos a la altura del corte tal como lo menciona CUCULIZA (1956); que en las estacas se encuentran sitios y zonas donde con mayor facilidad hay emisión de raíces, estas son principalmente a la altura del corte.

El aspecto fundamental en la propagación por estacas es la cantidad de estacas enraizadas, considerado como el objetivo más concreto con que trabaja el propagador y básicamente está determinado por la acción de numerosos factores, muchos de los cuales afectan a procesos vitales de la formación de raíces, como la nutrición de la planta madre, la fotosíntesis, la obtención de las estacas; cada aspecto tiene sus requerimientos y particularidades, el cuidado que se ponga en cada paso es lo que asegura resultados exitosos (ARRIAGA *et al.*, 1994).

No todas las estacas sacadas de una misma planta enraízan con la misma facilidad (VÁSQUEZ y CERVANTES, 1993) por eso en el proceso de enraizamiento de estacas es complejo y dependen de muchos factores que influyen la capacidad de enraizamiento y si uno de estos no es tomado en

cuenta el proceso puede fracasar (LEAKEY y MASSÉN, 1983 y LONGMAN, 1993).

La traslocación de carbohidratos desde las hojas sin duda contribuye, a la formación de raíces, sin embargo, la mayor promoción del enraizamiento por efecto de las hojas y yemas, es posiblemente resultado de otros factores más directos (BREEN y MURAOKA, 1974). El mismo autor indica, que las hojas y yemas son conocidas como poderosos centros productores de auxinas, y los efectos son observados directamente por debajo de ellos, demostrando el transporte polar, desde el ápice a la base.

Por ultimo cabe mencionar que la polaridad inherente en ramas y raíces se muestra en forma notable en el enraizamiento de estacas. Las estacas de tallo forman ramas en el extremo distal (el más próximo a la punta de la rama) y produciendo las raíces en el extremo proximal (el más cercano al extremo basal de la planta) (BREEN y MURAOKA, 1974). Así mismo, LONGMAN (1993) indica que en el proceso de regeneración de raíces ocurre a medida que las células externas, lesionadas, se mueren y se forma una lámina necrótica que sella la herida con un material suberoso y se taponan el xilema con gomas, esta lámina ayuda a proteger la superficie del corte de desecamientos y patógenos; por detrás de la lámina, células vivas comienzan a dividirse después de algunos días y una capa de células parenquimatosas (callo), forma una epidermis y ciertas células, en la vecindad del cambium vascular y floema, comienzan a dividirse e inician la formación de raíces adventicias (CLINE y NEELY, 1983).

VI. CONCLUSIONES

1. La mayor longitud alcanzada en los brotes del "sacha yoco" se presentó en las estacas de 40 cm de longitud, provenientes de la parte media e inferior de las ramas. Asimismo, el mayor número de hojas presentes en los brotes correspondieron a estacas provenientes de los tercios inferior y medio; el mismo caso fue reportado para la longitud y número de raíces.
2. El diámetro de brote, área foliar y materia seca, fue superior en los tratamientos conformados por estacas de los tercios medio e inferior del tamaño de 40 cm/estaca sembrada.
3. La longitud de brote, número de hojas, raíces, área foliar, etc. no presentaron variación o significación en el comportamiento a nivel de las estacas provenientes del tercio superior con tamaños de 30 cm.
4. Las estacas de 40 cm de longitud fueron superiores a las estacas de 30 cm en cuanto a número de raíces, longitud de raíces, índice de área foliar, número de hojas y altura de brotes; mientras que las estacas de 30 cm de longitud sobresalieron en materia seca y diámetro de brote.
5. Las estacas de los tercios inferior y medio fueron las mejores y se pueden utilizar en la propagación vegetativa de *Paullinia clavigera*, mientras que para el tamaño de estacas no se encontraron diferencias puesto que los dos tamaños estudiados mostraron características favorables.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar propagaciones de la *Paullinia clavigera* empleando estacas provenientes de la parte media e inferior de las ramas, con un tamaño de 40 cm de longitud de las mismas.
2. Realizar más tipos de propagación de *Paullinia clavigera*, utilizando otros sustratos de enraizamiento empleando los mismos tipos y tamaños de estacas, a fin de comparar y determinar el mejor efecto para el enraizamiento.
2. Realizar ensayos de propagación de la misma especie utilizando fitohormonas o sustancias que ayuden al enraizamiento, con el fin de obtener un alto porcentaje de estacas brotadas y enraizadas.
3. Realizar ensayos en otros ambientes de propagación y en diferentes épocas del año utilizando las estacas estudiadas, con el fin de establecer el rango de adaptación.

VIII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana filial Ucayali (IIAP-Ucayali), entre los meses de Mayo del 2004 a Enero del 2005, teniendo como objetivo determinar tipos y tamaños de estacas para la propagación a nivel de vivero de "sacha yoco" (*Paullinia clavigera* Schide Var. 'Bullata' D.R. Simpson), mediante tres porciones vegetativas de tallo y dos tamaños.

Los componentes en estudio estuvieron constituidos por los factores tipos de estacas (a_1 = Estaca del tercio inferior, a_2 = Estaca del tercio medio y a_3 = Estaca del tercio superior) y tamaños de estacas (b_1 = 30 cm y b_2 = 40 cm). El diseño experimental empleado fue el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 3A x 2B, con 4 repeticiones o bloques; utilizándose la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para la comparación de medias.

Los resultados obtenidos indican que mostraron mejor comportamiento las estacas de los tercios inferior y medio para las características biométricas, como altura de planta, diámetro de brote, número de hojas/brote, longitud de raíces, número de raíces, materia seca y área foliar; de los cuales los mejores resultados se obtuvieron con el tipo de estaca a_2 (estaca del tercio medio), diferenciándose estadísticamente de las estacas del tercio inferior en los factores de materia seca, área foliar y diámetro de brotes. En cuanto a las estacas del tercio inferior (a_1) sobresalieron las características diámetro de

estacas y longitud de brotes; además estos tipos de estacas mostraron un comportamiento estadísticamente similar para los caracteres altura de brote, número de hojas y número de raíces/estaca, existiendo una mayor respuesta en la expresión de estas características a la variación de los tipos de estacas en estudio, en comparación a la variación del factor B (tamaño de estacas), cuyo efecto fue indiferente.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. **ÁLVAREZ, R.S.** 1973. Multiplicación de árboles frutales. Biblioteca Agrícola Hedeos. Barcelona, España. 297 p.
2. **ARRIAGA M.V.; CERVANTES G.V.; VARGAS, M.A.** 1994. Manual de reforestación con especies nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. Instituto Nacional de Ecología y la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Editorial SEDESOL – INE. México D. F. 186 p.
3. **BAUDILLO, J.** 1982. 500 especies de árboles y arbustos: Multiplicación y Reproducción. Biblioteca Agrícola Hedeos. Barcelona, España. 272 p.
4. **BIDWELL, R.G.S.** 1993. Fisiología vegetal. AGT Editor S.A. Pp. 139-142.
5. **BRAKO, L. y ZARUCCHI, J.L.** 1996. Catálogo de las angiospermas y gimnospermas del Perú. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden. Missouri. EE UU. Volumen 45. 116 p.
6. **BREEN, P. J. y MURAOKA, T.** 1974. El efecto de las hojas y del contenido de carbohidratos y el movimiento del carbono asimilable en cortes del ciruelo. EE UU. Jour. Amer. Pp. 45-62.
7. **CUCULIZA, P.J.** 1956. Propagación de plantas. La Molina, Lima Perú. 280 p.
8. **CLINE, C. y NEELY, D.** 1983. La histología y la histoquímica en el proceso curativo de la herida de plantas. EE UU. Jour. Amer. Pp. 36-38.

9. DAVIS, T.D. 1989. Fotosíntesis durante el enraizamiento adventicio. En la formación de la raíz adventicia en cortes. Pórtland. EE UU. Jour. Amer. 268 p.
10. DAVIES, F.T. y HARTMANN, H.T. 1988. La base fisiológica de la formación de la raíz adventicia. México. 227 p.
11. DAVIS, T.D. y POTTER, J.R. 1981. La fotosíntesis como factor limitante en la formación de las raíces adventicias en estacas suculentas de guisante. EE UU. Jour. Amer. 278 p.
12. HARTMANN, H.T. y KESTER, D.E. 1990. Propagación de plantas, principios y prácticas. Cía Editorial Continental S.A. (ed.), México. 126 p.
13. HARTMANN, H.T. y KESTER, D.E. 1992. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Compañía editorial continental México. Cuarta impresión 236 p.
14. HELMAN. A.R. 1982. Guaraná (*Paullinia cupana var. sorbilis*): Perspectiva ecológica y social en una planta económica en la base central de la amazonia. Francia. Revista. Ethnopharmacol 6:311.
15. IIAP. 2003. Informe final Proyecto Estudio agronómico de especies biocidas para el control de plagas y vectores de Ucayali. Perú. 150 p.
16. JORARURIA, C.D. 2000. Enraizamiento y propagación de plantas por estacas. Departamento de Investigaciones Agrícolas de la UNLP. Argentina. Documento revisado el 10/03/04. www.ceres.agro.unlp.edu.ar/departamento/fisiología/reguladores.

17. KRÜSSMANN, G. 1981. El jardín del cuarto de niños. Casa editorial Paul Parey. Berlín y Hamburgo, Alemania. Pp. 65-76.
18. LEAKEY, R.B. y MESÉN, F. 1983. Métodos de propagación vegetativa en árboles tropicales: enraizamiento de estacas suculentas. Manual sobre Mejoramiento Genético Forestal con Referencia Especial a América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Mejoramiento Genético forestal. Costa Rica, C.A. Pp. 113-133.
19. LEÓN, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. IICA. San José, Costa Rica. 445 p.
20. LEUNG, A.Y. 1980. Enciclopedia de los ingredientes naturales comunes usados en alimento, drogas y cosméticos. Nueva York. Pp. 40-49.
21. LONGMAN, K.A. 1993. Cortes que enraízan de árboles tropicales: Propagación y manuales de plantar. Commonwealth Science Council. New Orleans – EE UU. Vol. I, 137 p.
22. MARSDEN, M.E. 1955. La historia de la propagación vegetativa. Rpt. 14to. Inter. Hort. EE UU., vol. 2. Pp. 48-73.
23. SATO, V., TERAZAWA, M. y KAINUMA, K. 1984. El extracto de guaraná contuvo suma preventiva de los senos, Shokuhin – Japón. kp gyo Pp. 73-81.
24. SALISBURY, F. 1994. Fisiología vegetal, Editorial Iberoamericana. Impreso en México. Pp. 128-132.
25. VÁSQUEZ, C.Y.; OROZCO, A.; ROJAS, M.; SÁNCHEZ, M.E. y CERVANTES, V. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y

- meristemas. Primera edición. Impreso por el fondo de cultura económica. México. 284 p.
26. VÁZQUEZ, C.Y. y CERVANTES, V. 1993. Estrategias para domesticación y propagación de árboles nativos de México. Ciencia y Desarrollo Impreso por el fondo de cultura económica. México. Pp. 52-58
27. VELA, P.C. 2003. Efecto de diez extractos vegetales en laboratorio, para el control de *Castnia daedalus* Cramer insecto plaga en palma aceitera *Elaeis guineensis* Jacquin y *Rhynchophorus palmarum* linnaeus en pijuayo para palmito *bactris gasipaes* H.B.K – Pucallpa. Tesis - IIAP. 86 p.
28. VICENTE, M. *et. al.*, 2000. Fundamentos de agro-tecnología de cultivos de plantas medicinales iberoamericanas. Convenio Andrés Bello (CAB). Santa Fe de Bogotá, D.C. Colombia. Pp. 92-98.
29. VINCENT, D.; SEGONZAE, G. y ISSANDU - CARLES, R. 1954. Acción de los alcaloides del purine y de los drogas con cafeína en el hyaluronidase. C.R. Séance Soc. Biol. Ses. EE UU. Pp.10-75.

X. ANEXO

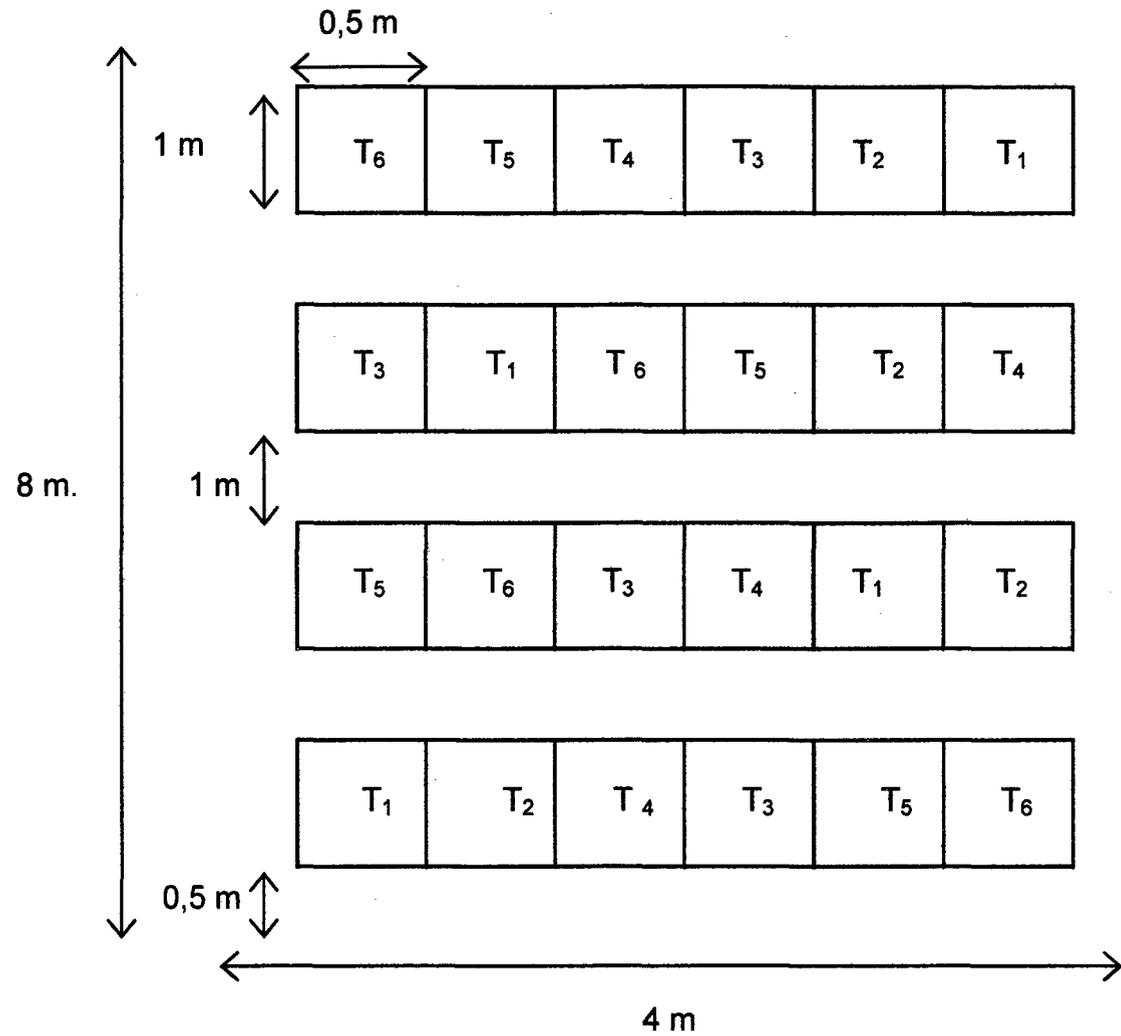


Figura 8. Croquis del campo experimental

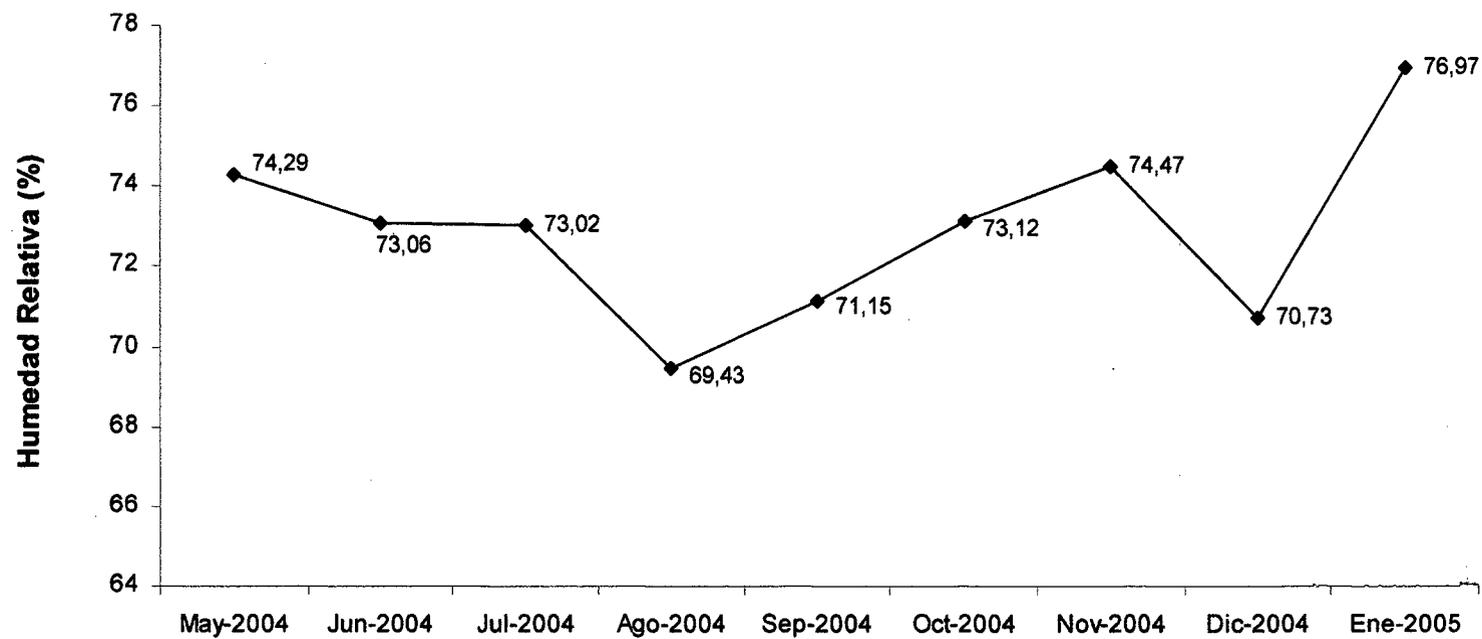


Figura 9. Humedad relativa promedio por meses evaluados.

Fuente: Laboratorio de Entomología IIAP – Pucallpa.

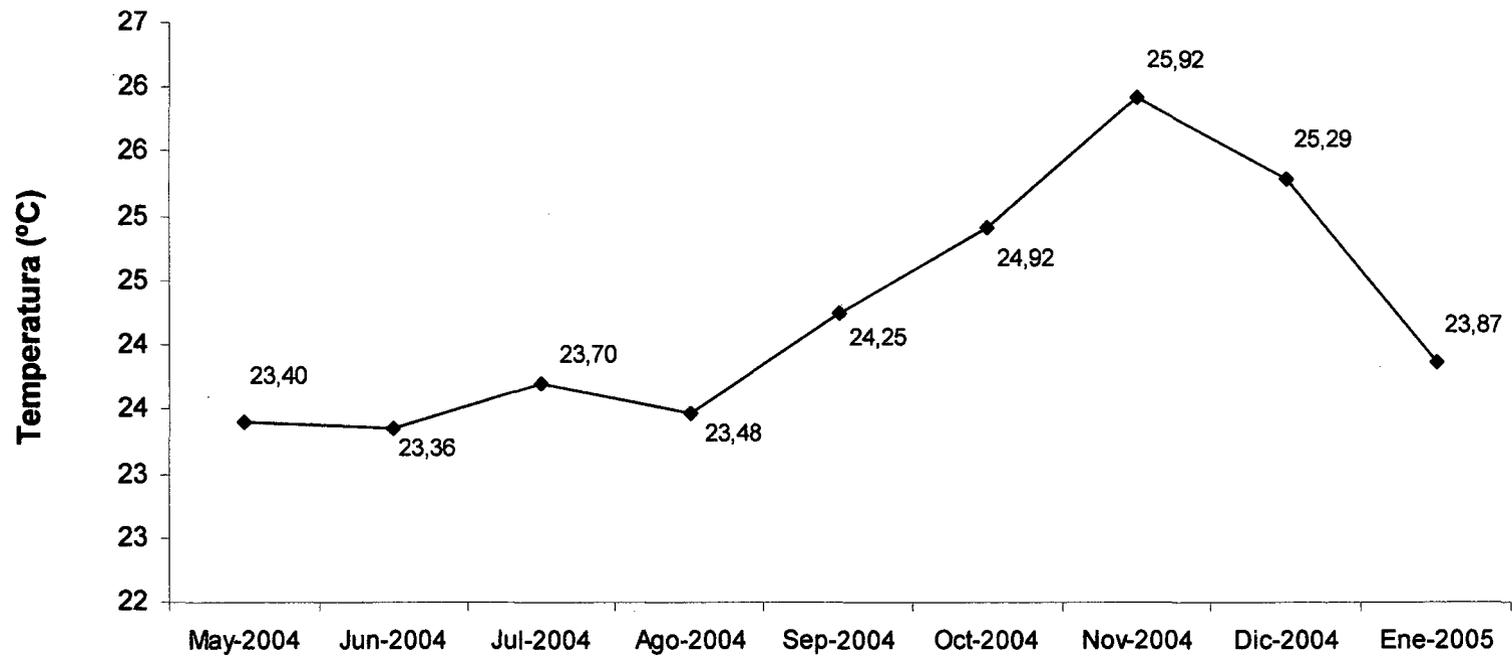


Figura 10. Temperatura promedio por mes.

Fuente: Laboratorio de Entomología IIAP – Pucallpa.

Cuadro 24. Promedio general de evaluación para longitud de brotes.

Longitud de brote (cm)						
Repetición	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₃ b ₁	a ₃ b ₂
1	23,09	23,86	22,80	29,56	18,45	18,70
2	25,73	29,83	26,12	26,95	20,90	22,16
3	23,30	28,10	24,80	25,80	21,90	20,12
4	20,25	27,50	25,50	25,50	20,42	19,50
Σ	92,37	109,29	99,22	107,81	81,67	80,48
Promedio	23,09	27,32	24,81	26,95	20,42	20,12

Cuadro 25. Promedio general de evaluación para número de hojas/brote.

Número de hojas/brote						
Repetición	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₃ b ₁	a ₃ b ₂
1	1,00	3,00	2,00	3,00	2,00	2,00
2	2,00	3,00	2,00	2,00	1,00	1,00
3	1,00	3,00	2,00	3,00	2,00	1,00
4	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00
Σ	6,00	11,00	8,00	10,00	6,00	5,00
Promedio	1,50	2,75	2,00	2,50	1,50	1,25

Cuadro 26. Promedio general de evaluación para longitud de raíz/estaca.

Longitud de raíz/estaca (cm)						
Repetición	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₃ b ₁	a ₃ b ₂
1	28,50	30,50	20,00	28,50	13,50	19,93
2	24,12	35,83	26,50	26,90	18,05	16,96
3	19,00	28,77	20,00	19,00	14,52	16,96
4	23,87	20,00	13,50	24,80	12,00	14,00
Σ	95,49	115,10	80,00	99,20	58,07	67,85
Promedio	23,87	28,78	20,00	24,80	14,52	16,96

Cuadro 27. Promedio general de evaluación para número de raíces/estaca.

Número de raíces/estaca						
Repetición	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆
	a₁b₁	a₁b₂	a₂b₁	a₂b₂	a₃b₁	a₃b₂
1	4,00	7,00	7,00	4,00	4,00	7,00
2	3,00	7,00	7,00	3,00	4,00	6,00
3	4,00	9,00	7,00	7,00	3,00	5,00
4	4,00	7,00	6,00	3,00	3,00	3,00
Σ	15,00	30,00	27,00	17,00	14,00	21,00
Promedio	3,75	7,50	6,75	4,25	3,50	5,25

Cuadro 28. Promedio general de evaluación para diámetro de brote.

Diámetro de brote (cm)						
Repetición	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆
	a₁b₁	a₁b₂	a₂b₁	a₂b₂	a₃b₁	a₃b₂
1	0,70	0,70	0,80	0,80	0,50	0,50
2	0,80	0,90	1,10	0,70	0,40	0,35
3	0,70	0,80	0,90	0,90	0,40	0,40
4	0,70	0,80	0,90	0,80	0,40	0,40
Σ	2,90	3,20	3,70	3,20	1,70	1,65
Promedio	0,73	0,80	0,93	0,80	0,43	0,41

Cuadro 29. Promedio general de evaluación para área foliar.

Área foliar (cm²)						
Repetición	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆
	a₁b₁	a₁b₂	a₂b₁	a₂b₂	a₃b₁	a₃b₂
1	415,97	396,28	1160,90	1929,41	216,18	250,15
2	414,58	395,28	1163,30	1930,00	213,00	215,30
3	398,45	350,20	1050,32	1608,23	190,50	165,23
4	409,67	380,59	1124,84	1822,55	206,56	210,23
Σ	1638,67	1522,35	4499,36	7290,19	826,24	840,91
Promedio	409,67	380,59	1124,84	1822,55	206,56	210,23

Cuadro 30. Promedio general de evaluación para materia seca.

Materia seca						
Repetición	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆
	a₁b₁	a₁b₂	a₂b₁	a₂b₂	a₃b₁	a₃b₂
1	48,14	47,58	55,69	47,08	42,41	47,63
2	46,85	45,34	57,87	46,41	32,10	37,50
3	43,21	45,85	58,20	37,20	24,30	23,10
4	46,07	46,26	57,26	43,57	32,94	36,08
Σ	184,27	185,05	229,03	174,27	131,76	144,32
Promedio	46,07	46,26	57,26	43,57	32,94	36,08

Cuadro 31. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter longitud de brotes/estaca.

Tratamientos	Promedio	Significación
a ₁ b ₂	27,32	a
a ₂ b ₂	26,95	a
a ₂ b ₁	24,81	a b
a ₁ b ₁	23,09	b c
a ₃ b ₁	20,42	c d
a ₃ b ₂	20,12	d

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no difieren significativamente entre sí.

Cuadro 32. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter número de hojas/brote.

Tratamientos	Promedio	Significación
a ₁ b ₂	2,75	a
a ₂ b ₂	2,50	a
a ₂ b ₁	2,00	a b
a ₁ b ₁	1,50	b
a ₃ b ₁	1,50	b
a ₃ b ₂	1,25	b

Cuadro 33. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter longitud de raíces/estaca.

Tratamientos	Promedio	Significación
a ₁ b ₂	28,78	a
a ₂ b ₂	24,80	a b
a ₁ b ₁	23,87	a b
a ₂ b ₁	20,00	b c
a ₃ b ₂	16,96	c
a ₃ b ₁	14,52	c

Cuadro 34. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter número de raíces/estaca.

Tratamientos	Promedio	Significación
a ₁ b ₂	7,50	a
a ₂ b ₁	6,75	a b
a ₃ b ₂	5,25	b c
a ₂ b ₂	4,25	c
a ₁ b ₁	3,75	c
a ₃ b ₁	3,50	c

Cuadro 35. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter diámetro de brote.

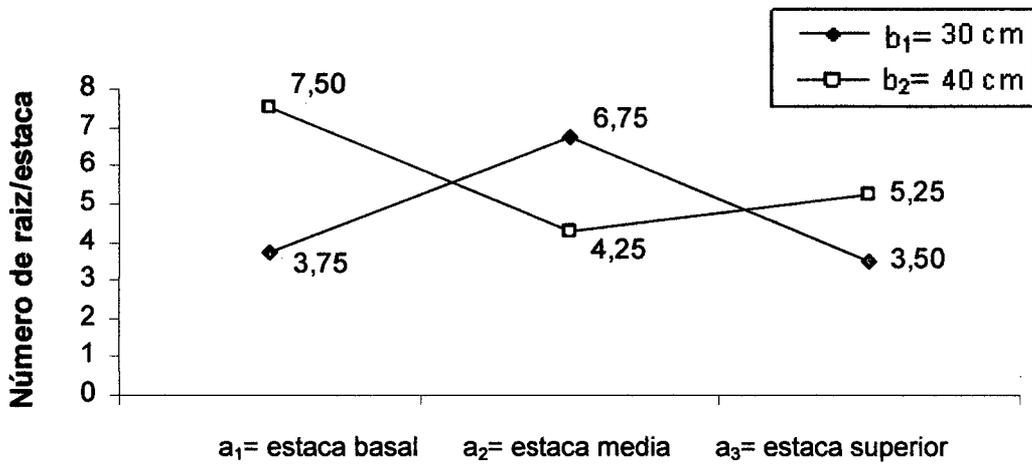
Tratamientos	Promedio	Significación
a ₂ b ₁	0,93	a
a ₁ b ₂	0,80	b
a ₂ b ₂	0,80	b
a ₁ b ₁	0,73	b
a ₃ b ₁	0,43	c
a ₃ b ₂	0,41	c

Cuadro 36. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter área foliar.

Tratamientos	Promedio	Significación
a ₂ b ₂	1822,55	a
a ₂ b ₁	1124,84	b
a ₁ b ₁	409,67	c
a ₁ b ₂	380,58	c
a ₃ b ₁	206,56	d
a ₃ b ₂	210,23	d

Cuadro 37. Prueba de Duncan ($\alpha= 0,05$) para tratamientos, en el carácter materia seca.

Tratamientos	Promedio	Significación
a ₂ b ₁	57,26	a
a ₁ b ₂	46,26	b
a ₁ b ₁	46,07	b
a ₂ b ₂	43,57	b c
a ₃ b ₂	36,94	c
a ₃ b ₁	36,08	c



Tipos de estacas

Figura 11. Número de raíces/estaca, en tres tipos de estacas de *Paullinia clavigera*.

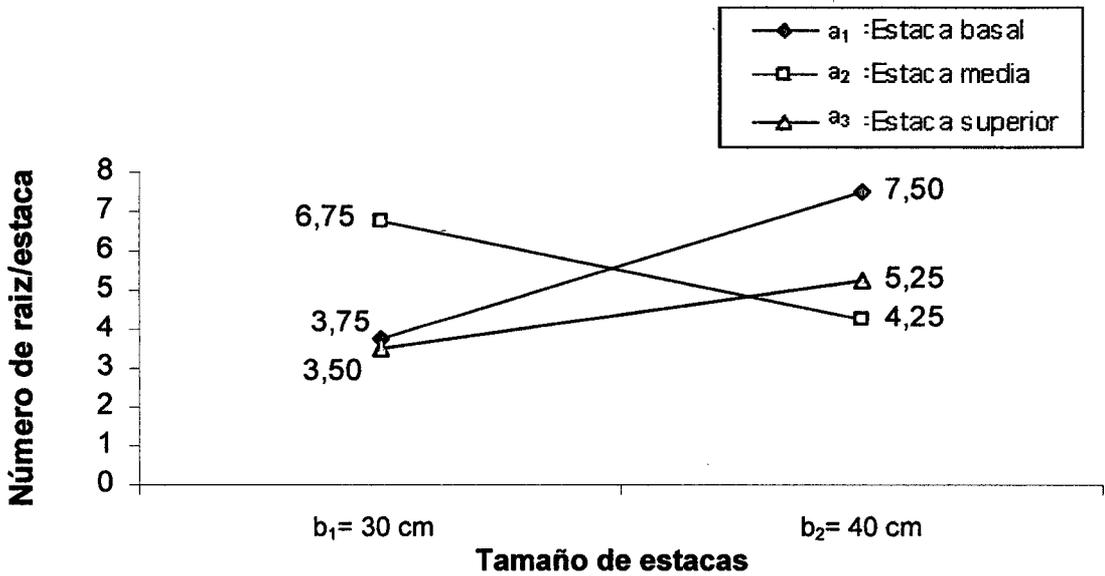


Figura 12. Número de raíces/estaca, en dos tamaños de estacas de *Paullinia clavigera*

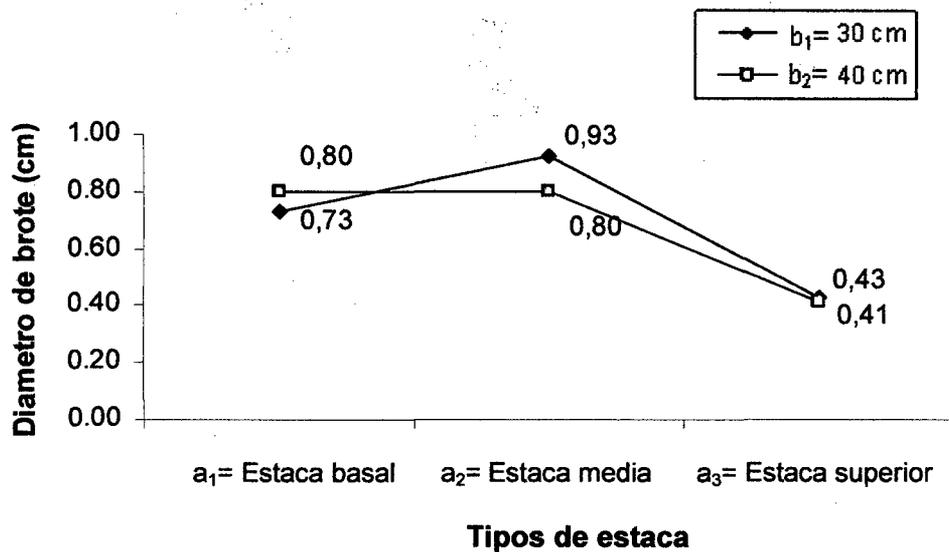


Figura 13. Tamaño de estacas de *Paullinia clavigera* (factor B), en el diámetro de brote.

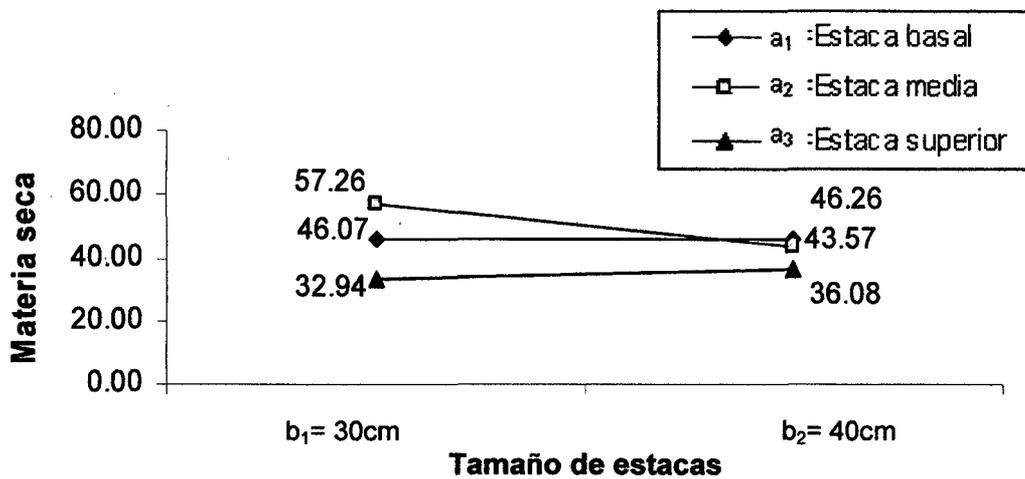


Figura 14. Tamaño de estacas de *Paullinia clavigera* en materia seca.

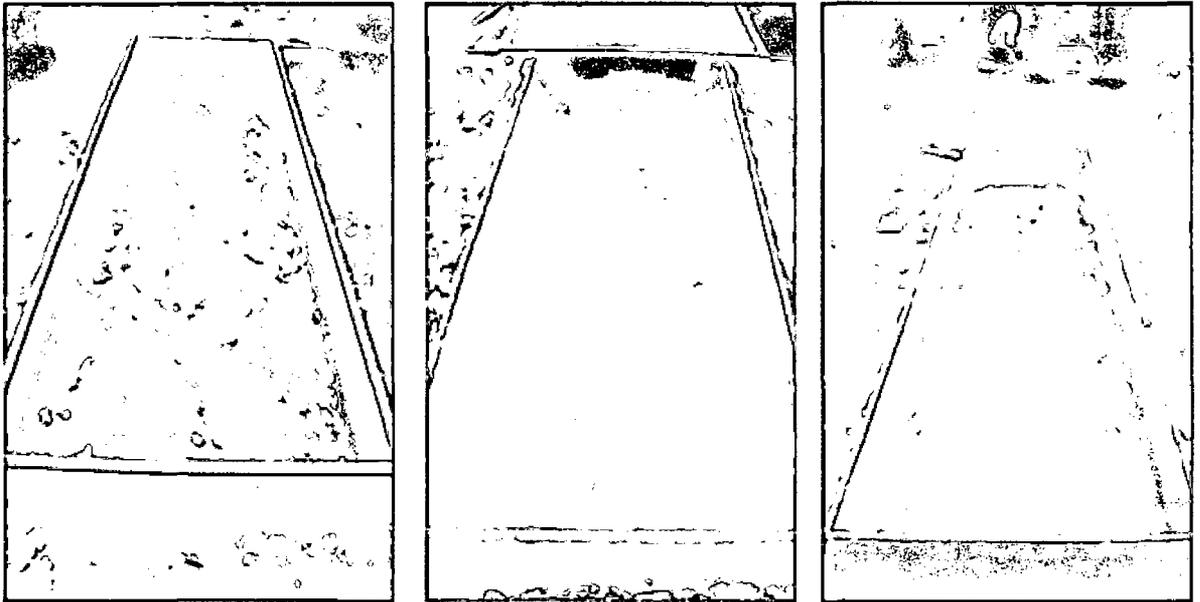


Figura 15. Acondicionamiento de camas de propagación.

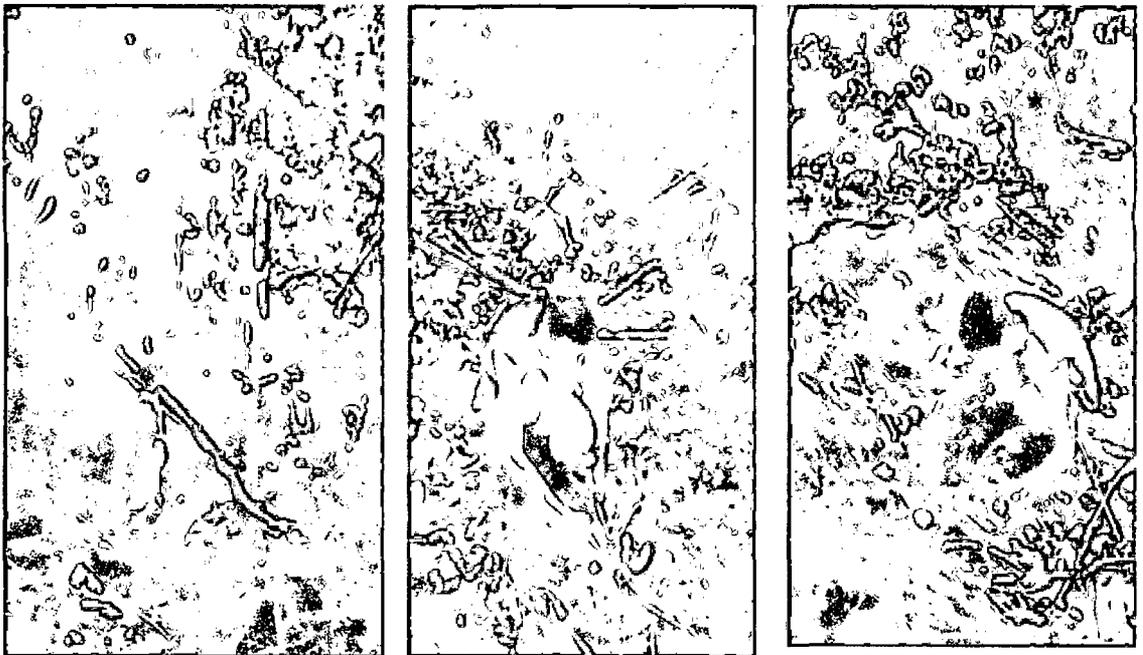


Figura 16. Recolección de estacas de *P. clavigera*.

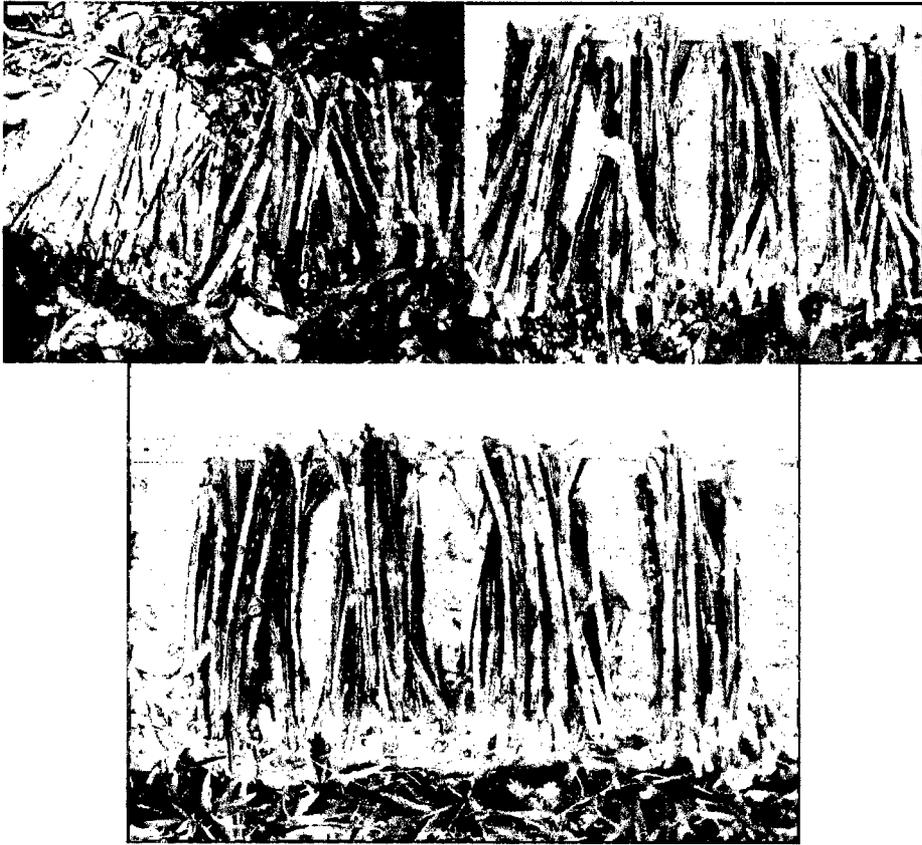


Figura 17. Selección, corte y tratamientos a las estacas.



Figura 18. Empaque de las estacas.

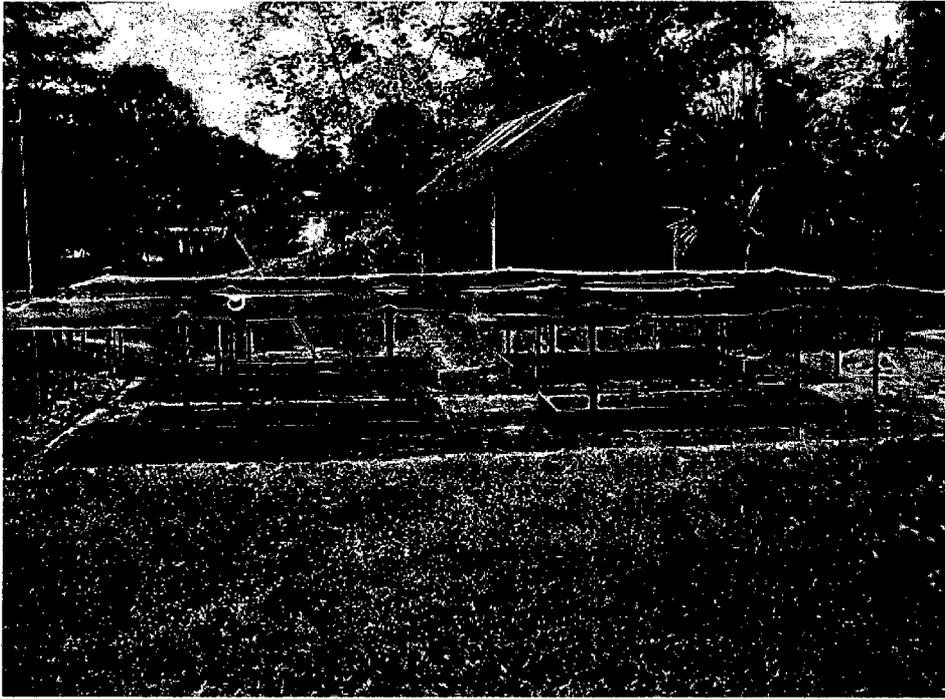


Figura 19. Ambiente de propagación.



Figura 20. Siembra de las estacas.

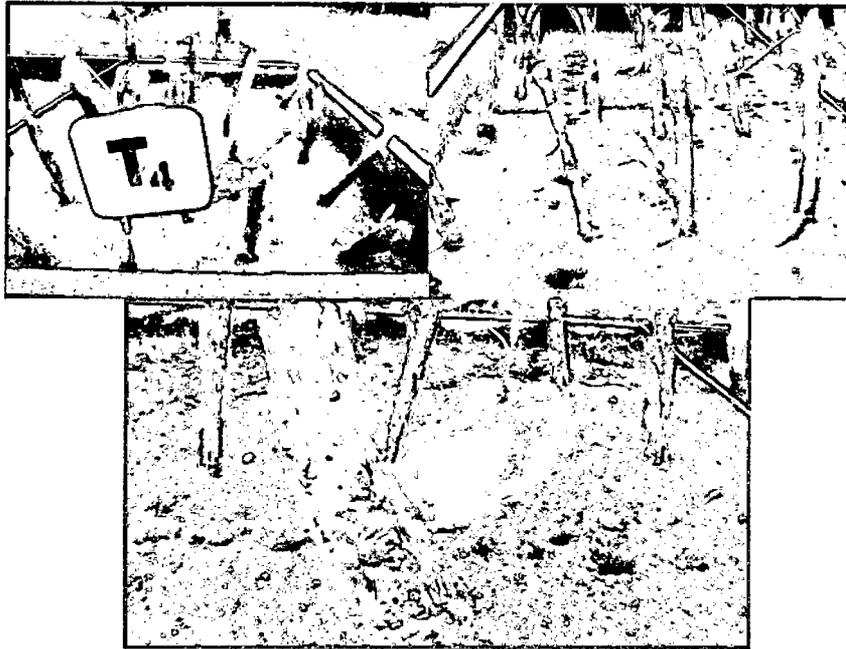


Figura 21. Emisión de brotes en los diversos tratamientos de las estaca.



Figura 22. Sistema de riego.



Figura 23. Evaluación de raíces a los 105 días de la siembra.

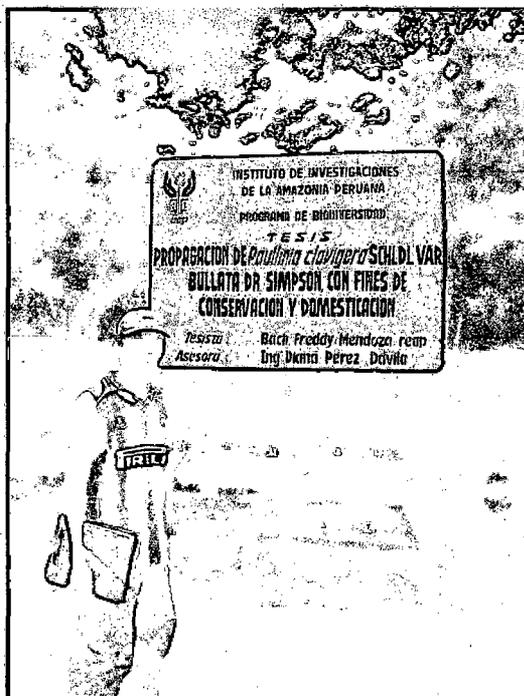


Figura 24. Vista del ambiente de ejecución del experimento.