

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN BOSQUES Y GESTIÓN DE
RECURSOS FORESTALES**



**“ESTRATEGIAS DE RECUPERACIÓN DE ESPECIES
AROMÁTICAS DEL GÉNERO *Aniba* (palo rosa) EN EL DISTRITO
DE PUERTO BERMÚDEZ, OXAPAMPA, PASCO”**

Presentada por:

ADAN FERNÁNDEZ SILVA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN BOSQUES Y GESTIÓN DE RECURSOS
FORESTALES**





















Lima – Perú

2023

Document Information

Analyzed document	Tesis Adan Fernández Silva_BGRF.pdf (D146035016)
Submitted	2022-10-10 18:30:00
Submitted by	MARÍA ISABEL HUMBELINA MANTA NOLASCO
Submitter email	mmanta@lamolina.edu.pe
Similarity	19%
Analysis address	mmanta.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / 10. Tesis - Martha_Chávez.pdf Document 10. Tesis - Martha_Chávez.pdf (D142214343) Submitted by: gdominguez@lamolina.edu.pe Receiver: gdominguez.unalm@analysis.arkund.com	 46
W	URL: https://docplayer.es/63688663-Facultad-de-ciencias-forestales.html Fetched: 2021-07-24 04:52:11	 8
W	URL: https://www.researchgate.net/publication/341301141-DIAGNOSTICO-GENERAL-POBLACIONES-NATURALES-DE-Aniba-rosaeodora-Ducke-PALO-ROSA Fetched: 2021-07-24 04:52:12	 11
SA	PAISIG URIARTE WILER_PROYECTO TESIS_ PROPAGACION VEGETATIVA MICHINO (3).docx Document PAISIG URIARTE WILER_PROYECTO TESIS_ PROPAGACION VEGETATIVA MICHINO (3).docx (D110316966)	 1
SA	UNU_FORESTAL_2022_T_ALIDA_MANIHUARI_V1.pdf Document UNU_FORESTAL_2022_T_ALIDA_MANIHUARI_V1.pdf (D140566901)	 20
SA	tesis enviar CORREGIDO 1.docx Document tesis enviar CORREGIDO 1.docx (D43288612)	 3
SA	PROY. INV. Marcel Gonzalez 13.08.2021.docx Document PROY. INV. Marcel Gonzalez 13.08.2021.docx (D111255057)	 10
SA	PLAN DE tesis jannet.docx Document PLAN DE tesis jannet.docx (D42994173)	 6
SA	UNU_FORESTAL_2022_T_SET_PINEDO_V1_.pdf Document UNU_FORESTAL_2022_T_SET_PINEDO_V1_.pdf (D126040776)	 2
SA	PROPAGACION VEGETATIVA DE LAUREL - Coincidencia.docx Document PROPAGACION VEGETATIVA DE LAUREL - Coincidencia.docx (D109737643)	 1
SA	Informe_final_magaly_yana_ticona_UIEIAF.I.docx Document Informe_final_magaly_yana_ticona_UIEIAF.I.docx (D90137868)	 8
SA	UNU_AGRONOMIA_2022_T_RENATO-GARCIA_V1.pdf Document UNU_AGRONOMIA_2022_T_RENATO-GARCIA_V1.pdf (D143681210)	 5
SA	UNU_FORESTAL_2019_PT_ALIDA_MANIHUARI_V1.docx Document UNU_FORESTAL_2019_PT_ALIDA_MANIHUARI_V1.docx (D57662081)	 3
W	URL: https://1library.co/document/zkw4o1mz-butirico-diferentes-sustratos-formacion-enraizamiento-estaquillas-rosaeodora-herrera.html Fetched: 2021-07-07 05:54:45	 9
SA	tesis julio16.docx Document tesis julio16.docx (D14964426)	 3
SA	FELIX JUNOT CHANG YÉPEZ.pdf Document FELIX JUNOT CHANG YÉPEZ.pdf (D11835718)	 3
W	URL: https://www.cbd.int/doc/world/pe/pe-nr-05-p1-es.pdf Fetched: 2021-02-26 20:06:11	 1
SA	UNU_AGRONOMIA_2017_TM_TONY-CAPCHA_V2.pdf Document UNU_AGRONOMIA_2017_TM_TONY-CAPCHA_V2.pdf (D141100071)	 2
SA	PRESENTACION DE TESIS AMBURANA CEARENSIS_PANCHIA TABACONAS..pdf Document PRESENTACION DE TESIS AMBURANA CEARENSIS_PANCHIA TABACONAS..pdf (D110316964)	 1
SA	UNU_AGRONOMIA_2017_T_TONY-CAPCHA_V1.pdf Document UNU_AGRONOMIA_2017_T_TONY-CAPCHA_V1.pdf (D139047167)	 2

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN BOSQUES Y GESTIÓN DE
RECURSOS FORESTALES**

**“ESTRATEGIAS DE RECUPERACIÓN DE ESPECIES
AROMÁTICAS DEL GÉNERO *Aniba* (palo rosa) EN EL DISTRITO
DE PUERTO BERMÚDEZ, OXAPAMPA, PASCO”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

ADAN FERNÁNDEZ SILVA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg. Sc. Víctor Barrena Arroyo
PRESIDENTE

Dra. María Isabel Manta Nolasco
ASESOR

Mg. Sc. Sonia Palacios Ramos
MIEMBRO

Dr. Eloy Cuellar Bautista
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios, por la vida y fortaleza.

*A toda mi familia, en especial a mis queridos padres
Santiago y Mirian, por su apoyo abnegado e
incondicional en mi formación personal y profesional;
a Litta, Hunnsan y Andy por su apoyo y comprensión.*

AGRADECIMIENTO

A los profesores de la Maestría en Bosques y Gestión de Recursos Forestales de la Escuela de Pos Grado de la UNALM, en especial al Dr. Percy Zevallos por su apoyo en el inicio de esta investigación.

Al Ing. Javier Arce Baca, por su asesoramiento y motivación para el inicio y desarrollo de esta investigación

A la Dra. María Manta Nolasco por su valioso asesoramiento en el desarrollo y culminación de esta investigación.

A los miembros de mi jurado, por sus aportes para la culminación de esta investigación

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP – Ucayali; en especial al Ing. Manuel Soudre Zambrano e Ing. Wilson Guerra Arévalo, por su acogida y apoyo para el desarrollo de los ensayos en Pucallpa.

A la Cámara Nacional de la Producción y el Emprendimiento – CANPRODEM, por su apoyo logístico para los trabajos de campo en Tamshiyacu, Pucallpa y Puerto Bermúdez.

A Rudy Tapia y Domingo Pacheco, por sus valiosas sugerencias.

A los comuneros del valle del Río Pichis, por su valioso apoyo y hospitalidad durante los trabajos de campo.

A los comuneros de Tamshiyacu, en especial al Sr. Saulo Vásquez por el apoyo brindado para las visitas a las parcelas y adquisición de plántones.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	4
2.1.1. Características taxonómicas	4
2.1.2. Distribución y hábitat	4
2.1.3. Descripción botánica	5
2.1.4. Características del aceite esencial.....	5
2.1.5. Ecología.....	6
2.1.6. Usos	6
2.1.7. Comercialización del aceite de palo rosa	6
2.1.8. Reporte poblacional de la especie en el Perú	8
2.1.9. Experiencias de propagación y cultivo de la especie	9
2.2. PROPAGACIÓN VEGETATIVA	12
2.2.1. Importancia de la propagación vegetativa	13
2.2.2. Métodos de propagación vegetativa	14
2.2.3. Fuente de material para propagación.....	14
2.2.4. Propagación por estacas o estaquillas.....	15
2.2.5. Factores condicionantes que afectan la capacidad de enraizamiento	16
2.2.6. Ventajas de la propagación vegetativa a través de estaquillas	22
2.2.7. Desventajas de la propagación a través de estaquillas	22
2.3. PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR SUB IRRIGACIÓN	22
2.4. ESTUDIOS DE SUBIRRIGACIÓN REALIZADOS EN ALGUNAS ESPECIES FORESTALES DEL PERÚ	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. LUGAR DE ESTUDIO	26
3.1.1. Identificación y descripción de la especie comúnmente conocida como palo rosa y evaluación del prendimiento inicial de plántulas de <i>Aniba rosaeodora</i> procedentes de Loreto en las comunidades de Puerto Bermúdez.....	26
3.1.2. Comportamiento de la especie <i>Aniba rosaeodora</i> a la propagación vegetativa mediante el uso de cámara de sub irrigación	29
3.2. METODOLOGÍA.....	30
3.2.1. Identificación y descripción de la especie comúnmente conocida como palo rosa de las comunidades de Puerto Bermúdez.....	30
3.2.2. Prendimiento inicial de plantaciones de <i>Aniba rosaeodora</i> en las comunidades de Puerto Bermúdez.....	30

3.2.3. Comportamiento de la especie <i>Aniba rosaeodora</i> a la propagación vegetativa mediante el uso de cámara de sub irrigación	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE COMÚNMENTE CONOCIDA COMO PALO ROSA DE LAS COMUNIDADES DE PUERTO BERMÚDEZ	48
4.1.1. Árboles encontrados	48
4.1.2. Identificación taxonómica	50
4.1.3. Descripción dendrológica	50
4.1.4. Otros datos de campo	51
4.2. PRENDIMIENTO INICIAL DE PLANTULAS DE <i>Aniba rosaeodora</i> EN LAS COMUNIDADES DE PUERTO BERMÚDEZ.....	53
4.3. COMPORTAMIENTO DE LA ESPECIE <i>Aniba rosaeodora</i> A LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA MEDIANTE EL USO DE CÁMARA DE SUB IRRIGACIÓN.....	55
4.3.1. Porcentaje de enraizamiento	55
4.3.2. Número de raíces promedio por estaquilla	60
4.3.3. Longitud de raíz promedio por estaquilla.....	63
4.3.4. Porcentaje de sobrevivencia	66
4.3.5. Porcentaje de brotación	70
4.3.6. Porcentaje de callosidad	74
4.3.7. Longitud de brotes promedio.....	78
V. CONCLUSIONES	82
VI. RECOMENDACIONES.....	83
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
VIII. ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Exportación de aceite de palo rosa, Perú.....	7
Tabla 2. Reporte de la especie <i>Aniba rosaeodora</i> en el Perú.....	8
Tabla 3. Promedio de temperatura, humedad relativa y precipitación en Pucallpa 2003 – 2010.....	29
Tabla 4. Instalación de plántones de <i>A. rosaeodora</i>	32
Tabla 5. Tratamientos del ensayo.....	34
Tabla 6. Croquis experimental.....	34
Tabla 7. Modelo de ANVA para DCA con fuente de variación, suma de cuadrados, grados de libertad, cuadrado medio y valor de F.....	35
Tabla 8. Árboles de <i>Aniba muca</i> (palo rosa) encontrados en el valle del Pichis.....	49
Tabla 9. Evaluación de <i>A. rosaeodora</i> a los 35 días de sembrados.....	54
Tabla 10. Análisis de varianza del porcentaje de enraizamiento para las estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> , después de 64 días en la cámara de enraizamiento.....	55
Tabla 11. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de tipo de estaquilla (A) y dosis de AIB (B) en el porcentaje de enraizamiento de <i>A. rosaeodora</i>	56
Tabla 12. Análisis de varianza del número de raíces promedio (N°) para las estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> , después de 64 días en la cámara de enraizamiento.....	60
Tabla 13. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis de AIB (B) en el número de raíces promedio (N°) de <i>A. rosaeodora</i>	61
Tabla 14. Análisis de varianza de Longitud de raíz promedio (mm) para las estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> , después de 64 días en la cámara de enraizamiento.....	63
Tabla 15. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis de AIB (B) en Longitud de raíz promedio (mm) de palo rosa (<i>A. rosaeodora</i>).....	64
Tabla 16. Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia para las estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> , después de 64 días en la cámara de enraizamiento.....	66
Tabla 17. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis de AIB (B) en el porcentaje de sobrevivencia de <i>A. rosaeodora</i>	66
Tabla 18. Análisis de varianza del porcentaje de brotación para las estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> , después de 64 días en la cámara de enraizamiento.....	70

Tabla 19. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis (B) en el porcentaje de brotación de <i>A. rosaeodora</i>	71
Tabla 20. Análisis de varianza del porcentaje de callos para las estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> , después de 64 días en la cámara de enraizamiento.....	74
Tabla 21. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis de AIB (B) en el porcentaje de callos de <i>A. rosaeodora</i>	75
Tabla 22. Análisis de varianza de Longitud de brotes promedio (mm) para las estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> , después de 64 días en la cámara de enraizamiento.....	78
Tabla 23. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis de AIB (B) de longitud de brotes promedio (mm) de <i>A. rosaeodora</i>	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Exportación de aceite de palo rosa en Brasil y valor promedio por kilogramo	7
Figura 2. Exportación de aceite de palo rosa en Perú y valor promedio por kilogramo	8
Figura 3. Árbol semillero de <i>A. rosaeodora</i> , Tamshiyacu - Loreto	11
Figura 4. <i>A. rosaeodora</i> en sistema agroforestal, Tamshiyacu – Loreto.....	11
Figura 5. Ubicación del área de estudio	28
Figura 6. Instalación de huerto yemero en el IIAP – Pucallpa: a) siembra de plántones, b) riego	33
Figura 7. Propagador de subirrigación	36
Figura 8. Esquema de la obtención de los tres tipos de estaquillas	38
Figura 9. Siembra de estaquillas de <i>Aniba rosaeodora</i> en el propagador	39
Figura 10. Variación de la temperatura media y humedad relativa media al interior de la cámara de sub irrigación durante los días evaluados.....	41
Figura 11. Relaciones entre la temperatura media (°C), humedad relativa media (porcentaje) y la intensidad lumínica, durante 64 días	42
Figura 12. (a) Fuste de árbol; (b) Muestra con hojas y flor y (c) Muestra de fruto de <i>Aniba muca</i> , C.N. El Milagro – Puerto Bermúdez.....	50
Figura 13. Fruto de <i>Aniba muca</i> atacado por insectos, C.N. El Milagro – Puerto Bermúdez	51
Figura 14. Tocón de árbol de <i>Aniba muca</i> caído por efectos del viento, C.N. El Milagro – Puerto Bermúdez	52
Figura 15. Prendimiento inicial de <i>A. rosaeodora</i> , a 35 días de instaladas (a) C.N. Santa Isidora – Puerto Bermúdez, (b) C.N. San José de Azupizú – Puerto Bermúdez.....	54
Figura 16. Porcentaje de enraizamiento de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación	57
Figura 17. Porcentaje de enraizamiento de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación	58
Figura 18. Porcentaje de enraizamiento de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función de la interacción tipo de estaquillas y dosis de AIB, después de 64 días en cámara de subirrigación	59
Figura 19. Número de raíces promedio de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación	61

Figura 20. Número de raíces promedio de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación	62
Figura 21. Longitud de raíz promedio de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación	64
Figura 22. Longitud de raíz promedio de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación	65
Figura 23. Porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación	67
Figura 24. Porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación	68
Figura 25. Porcentaje de sobrevivencia de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función de la interacción tipo de estaquillas y dosis de AIB, después de 64 días en cámara de subirrigación	69
Figura 26. Porcentaje de brotación de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación	71
Figura 27. Porcentaje de brotes de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación	72
Figura 28. Porcentaje de brotación de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función de la interacción tipo de estaquillas y dosis de AIB, después de 64 días en cámara de subirrigación	73
Figura 29. Porcentaje de callos de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación	75
Figura 30. Porcentaje de callos de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación	76
Figura 31. Porcentaje de callos de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función de la interacción tipo de estaquillas y dosis de AIB, después de 64 días en cámara de subirrigación.....	77
Figura 32. Longitud de brote promedio (mm) de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación	79
Figura 33. Longitud de brote promedio (mm) de estaquillas de <i>A. rosaeodora</i> (palo rosa) en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación palo rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) en cámara de sub irrigación	99
Anexo 2. Identificación botánica de palo rosa procedente de Puerto Bermúdez – Oxapampa, Pasco	100
Anexo 3. Resultados del análisis estadístico – INFOSTAT	101
Anexo 4. Ruta del traslado de plántulas de <i>Aniba rosaeodora</i> , para ensayos de sub irrigación (IIAP – Ucayali) y plantación (en comunidades de Puerto Bermúdez)	108
Anexo 5. Resultados de la evaluación del prendimiento inicial de <i>Aniba rosaeodora</i> a 35 días de instaladas en las comunidades nativas de Puerto Bermúdez	109
Anexo 6. Esquema del estudio desarrollado	109

RESUMEN

La sobreexplotación de *Aniba rosaeodora* mediante la tala de árboles para extraer el aceite esencial, ha generado la disminución de sus poblaciones naturales; se encuentra en el Apéndice II de la CITES, categorizada en Perú como Vulnerable (VU), actualmente se aprovecha solo de plantaciones; sin embargo, es cada vez más elevado el costo de su aceite esencial, aunque escasa su comercialización. En el establecimiento de plantaciones, se tienen dificultades en el abastecimiento de semillas y de regeneración natural, debido a la baja producción y al ataque de diversas aves e insectos durante la época de diseminación de semillas; por lo que urgen nuevas estrategias de regeneración que contribuyan a recuperar esta especie. Por ello, esta investigación tuvo como objetivos: i) identificar y describir la especie comúnmente conocida como palo rosa en su lugar de origen Puerto Bermúdez, ii) evaluar el prendimiento inicial de plantaciones de *Aniba rosaeodora*, y iii) evaluar la influencia de tres tipos de estaquillas juveniles y dosis de AIB en el enraizamiento de *Aniba rosaeodora*, mediante la propagación vegetativa en cámara de sub irrigación. Los principales resultados obtenidos indican que la especie comúnmente conocida como palo rosa procedente de las Comunidades Nativas del distrito de Puerto Bermúdez – Oxapampa (Pasco), corresponde a *Aniba muca* (R. & P.) Mez; la plantación a campo abierto y raíz desnuda de *Aniba rosaeodora* procedente de Tamshiyacu (Loreto) en las comunidades de Puerto Bermúdez, mostraron una sobrevivencia de 93.96 por ciento, y finalmente los ensayos en cámara de sub irrigación realizados en el vivero forestal del IIAP - Ucayali, permiten afirmar que con dosis de 4000 y 2000 ppm de AIB se logró el 100 por ciento de sobrevivencia de estaquillas media y apical respectivamente; 94.44 por ciento de callosidad con 4000 ppm de AIB y estaquilla media, así como 0.43 mm longitud máxima de brotes promedio sin AIB (0 ppm) y 44.44 por ciento de enraizamiento con dosis de 4000 ppm de AIB y estaquillas basales a los 64 días.

Palabras clave: *Aniba rosaeodora*, *Aniba muca*, palo rosa, propagación vegetativa, crecimiento inicial, enraizamiento.

ABSTRACT

The overexploitation of *Aniba rosaeodora* through the felling of trees to extract the essential oil, has generated the decrease of its natural populations; It is found in Appendix II of CITES, categorized in Peru as Vulnerable (VU), currently it is used only for plantations; however, the cost of its essential oil is increasing, although its commercialization is scarce. In the establishment of plantations, there are difficulties in the supply of seeds and natural regeneration, due to low production and the attack of various birds and insects during the seed dissemination season; Therefore, new regeneration strategies are urgently needed to help recover this species. Therefore, this research had as objectives: i) to identify and describe the species commonly known as rosewood in its place of origin Puerto Bermúdez, ii) to evaluate the initial taking of *Aniba rosaeodora* plantations, and iii) to evaluate the influence of three types of juvenile cuttings and doses of AIB in the rooting of *Aniba rosaeodora*, by means of vegetative propagation in a sub-irrigation chamber. The main results obtained indicate that the species commonly known as rosewood from the Native Communities of the district of Puerto Bermúdez - Oxapampa (Pasco), corresponds to *Aniba muca* (R. & P.) Mez; the open field planting and bare root of *Aniba rosaeodora* from Tamshiyacu (Loreto) in the communities of Puerto Bermúdez, showed a survival of 93.96 percent, and finally the tests in sub-irrigation chambers carried out in the forest nursery of the IIAP - Ucayali, allow us to affirm that with doses of 4000 and 2000 ppm of AIB, 100 percent survival of average and apical cuttings was achieved, respectively; 94.44 percent callosity with 4000 ppm AIB and medium cutting, as well as 0.43 mm average maximum shoot length without AIB (0 ppm) and 44.44 percent rooting with doses of 4000 ppm AIB and basal cuttings at 64 days.

Keywords: *Aniba rosaeodora*, *Aniba muca*, rosewood, vegetative propagation, initial growth, rooting.

I. INTRODUCCIÓN

Los recursos forestales representan para el país una de las más importantes posibilidades de desarrollo; sin embargo, estos no han sido adecuadamente manejados, siendo más bien expuestos a explotaciones de tipo selectivo. A lo largo de los siglos, diversas especies han sido domesticadas e integradas en los sistemas de producción agrícola, pero otras, siguen siendo recolectadas en su forma silvestre.

Uno de los desafíos importantes que es necesario afrontar consiste en hacer compatible la atención de las necesidades de productos madereros y no madereros y la satisfacción de la demanda de servicios ambientales y sociales procedentes de los bosques. Si bien es cierto que la madera es el principal producto comercial en la mayor parte de los bosques, cada vez concitan más interés los productos forestales no maderables, cuya importancia radica actualmente en su contribución a la economía familiar y local de millones de personas en todo el mundo, particularmente entre los segmentos pobres de los países en desarrollo (FAO 2018). Cada día se incrementa la necesidad de conservar este tipo de recursos, de mejorar la información sobre el mercado y de elaborar mecanismos justos y adecuados de fijación de precios de los productos forestales no maderables (FAO 1999).

El palo rosa (*Aniba rosaeodora*), es una especie de utilidad aromática, la misma que tiene importancia internacional debido a su uso en la industria de perfumes y de jabones (Sampaio 1993; Homma 2003). Actualmente se encuentra en el apéndice II de la CITES (CITES 2019), en la condición de En Peligro en la Red List de la IUCN (IUCN 2019) y en el Perú se encuentra categorizada como Vulnerable (VU) (AG 2006), lo cual indica que las poblaciones se encuentran en un nivel de sensibilidad que podrían situarse en Peligro, de no adoptarse medidas de conservación (MINAM 2015).

La producción y comercialización del aceite de palo rosa ha experimentado una larga tendencia a la baja, desde la década de 1960, cuando el aceite esencial es sustituido con linalool sintético; y en la década del 70, con la entrada de madera china Ho (*Cinnamomum*

camphora) y aceite de hoja en el comercio internacional, a precios muy bajos, lo cual fue sustituyendo el palo rosa en perfumes de gama media, cosméticos y otros productos (May y Barata 2004).

Perú, Colombia y las Guayanas fueron exportadores de aceite de palo rosa (Coppén 1995), Brasil en el periodo comprendido entre 1945 y 1974 alcanzaba exportaciones promedio anuales de 360 toneladas, lo cual fue disminuyendo drásticamente, alcanzando un promedio anual de 2 toneladas por año entre el 2010 al 2020, mientras que el precio del aceite esencial es cada año más elevado.

En los años 40 en el Perú se intentó el establecimiento de la industria con esta especie; sin embargo, no tuvo éxito debido a la escasez de materia prima. Asimismo, en épocas posteriores la sobreexplotación mediante la tala de árboles para extraer el aceite esencial en departamentos como Loreto, Ucayali, Madre de Dios y Pasco, causó una gran disminución de las poblaciones naturales de la especie (MINAM 2015).

Por muchos años, se viene realizando esfuerzos por realizar plantaciones con esta especie; sin embargo, existen dificultades para su abastecimiento, tanto de semillas como de plántulas de regeneración natural, debido a que los frutos en su mayoría son atacados por aves y roedores (Spironello *et al.* 2004). Por lo que, el desarrollo de una tecnología de propagación vegetativa para palo rosa es muy prometedora, no solo como una herramienta práctica de conservación ex-situ, sino también como una fuente importante y sostenible de germoplasma para la reforestación.

Ante esta dificultad, se plantea la técnica de propagación vegetativa en ambientes controlados, mediante el uso de cámara de sub irrigación, siendo una alternativa viable y prometedora, puesto que esta técnica, no depende de las fases fenológicas de la especie, ni de la abundancia y poder germinativo de las semillas. Con tan solo contar con un banco de germoplasma con procedencia conocida, es posible inducir a brotación y generar hasta diez (10) estaquillas por planta, que al ser combinados con sustratos y dosis adecuadas de AIB, se pueden obtener diez (10) nuevos plántones de la especie.

Con el presente estudio se pretende contribuir con la estrategia de recuperación de la especie del género *Aniba* (palo rosa), con el fin de que posteriormente pueda ser usada en programas de reforestación.

Se ha planteado como objetivo general “contribuir al conocimiento de la propagación de especies aromáticas del género *Aniba* (palo rosa) para diseñar una estrategia de recuperación de las poblaciones a niveles comerciales”. Como objetivos específicos se han planteado los siguientes:

1. Identificar y describir la especie comúnmente conocida como palo rosa de las comunidades de Puerto Bermúdez.
2. Evaluar el prendimiento inicial de plántulas de *Aniba rosaeodora* procedentes de Loreto, en las comunidades de Puerto Bermúdez.
3. Evaluar la influencia de tres tipos de estaquillas juveniles (apical, media y basal) y cuatro dosis de AIB (0, 2000, 4000 y 8000 ppm) en el enraizamiento de *Aniba rosaeodora* “Palo rosa”, mediante la propagación vegetativa en cámara de sub irrigación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

2.1.1. Características taxonómicas

- **Clasificación botánica**

División : Angiosperma

Clase : Dicotiledónea

Sub-clase : Magnolidae

Orden : Laurales

Familia : Lauraceae

Género : *Aniba*

Especie : *Aniba rosaeodora* Ducke

- **Nombre científico:** *Aniba rosaeodora* Ducke (MBG 2019; CITES 2019)

Sinónimos botánicos: *Aniba duckei* Kosterm.; *Aniba rosaeodora* Var. Amazónica Ducke (MBG 2019).

- **Nombres comunes:** En Perú: palo rosa, Surinam: Enclit Rosenhout, en Francia: Bois de rose, Bois de Rose femelle, en EE. UU: Rosewood, en Brasil: Pau-rosa, Pau-rosa mulatinho, Pau-rosa itauba (Pedroso 1984), en Guyana: cara-cara, Italia: legno di rose, en Alemania: rosenholzbaum (Sampaio *et al.* 2003).

2.1.2. Distribución y hábitat

Aniba rosaeodora se distribuye por el norte y occidente de la Amazonia, en Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Guayana Francesa, Perú, Surinam y Venezuela (Kubitzki y Renner 1982), se presenta en suelos arcillosos en claros de la selva. En el Perú su rango de distribución natural comprende los departamentos de Loreto, Amazonas y Ucayali y se puede presentar introducido o cultivada en Loreto (Rengifo y Campos 2007).

2.1.3. Descripción botánica

Alcanza hasta los 30 m de altura, una de las mayores de este género; corteza pardo amarillenta la cual se desprende en grandes placas; todas sus partes son aromáticas, caduca, en grandes placas con todas sus partes aromáticas, hojas coriáceas, duras, con márgenes fuertemente recurvados, flores entre las menores del género. Inflorescencia en panículas multiflorales, la floración ocurre en los meses de octubre a noviembre; la fructificación en diciembre y junio, frutos con cúpula bastante espesa, tronco cilíndrico y recto (Pedroso 1984; Mejía y Rengifo 2000).

Las hojas están distribuidas a lo largo de pequeñas ramas; estas hojas son coriáceas, duras, lisas, generalmente tienen de 4 a 5 cm de ancho, con márgenes recurvados y lisos y ápice acuminado; los nervios secundarios divergen de los primarios en un ángulo de 45 a 60°. La inflorescencia es en panículas multiflorales. Las flores son de color pardo – rojizas y pequeñas teniendo una longitud de 1 milímetro aproximadamente. Los frutos son drupas de forma cónica, de color verde midiendo de 2 a 3 cm de longitud por 1.5 cm de diámetro; cada fruto contiene una semilla. Las partes usadas del árbol son la raíz, tallo, hojas y los frutos (Sampaio 1993).

2.1.4. Características del aceite esencial

Diversos estudios realizados respecto a los componentes del aceite de palo rosa; reportan como principal componente el linalool. Arévalo (2004), en cromatogramas del aceite esencial, obtenido por dióxido de carbono en condiciones de alta presión, obtuvo concentraciones de 97.24 por ciento, 95.01 por ciento y 97.13 por ciento; para hoja fresca, hoja seca y tallos finos respectivamente.

Glass (2002) citado por Chacón (2003), obtuvo los aceites por destilación por arrastre con vapor de agua, logrando una concentración de linalool de 89.97 por ciento y 82.60 por ciento para tallos y hojas respectivamente; mientras que en la madera y tallo/hoja, obtuvo 92.71 por ciento y 82.57 por ciento de linalool respectivamente. Asimismo, Chacón (2003), mediante análisis de cromatografía de gases masa CG – MS, obtuvo 31.39 por ciento y 23.70 por ciento de linalool, del aceite obtenido mediante destilación por arrastre de vapor y destilación con agua respectivamente.

2.1.5. Ecología

Crece principalmente en bosques de tierra firme amazónicos, aunque en Venezuela también se ha registrado en bosques bajos de arenas blancas (Kubitzki & Renner 1982). Se ha encontrado asociada a suelos arcillosos y se desarrolla bien en claros de selva (Varty 1998); tiene un patrón de fructificación irregular y, cuando lo hace, gran parte de ellos sufren abortos y los frutos buenos sufren una gran presión de los loros y las larvas de insectos (Spironello *et al.* 2004).

2.1.6. Usos

Esta especie es la fuente del aceite de palo rosa, el cual es extraído a partir de tallo, hojas y ramas. Dicho aceite contiene grandes concentraciones de linalool, el cual ha sido muy usado en la preparación de perfumes y jabones; sin embargo, el linalool sintético y otras fuentes naturales de extracción más sencilla son ahora más utilizados que el aceite de palo rosa tradicional (Catálogo de la biodiversidad de Colombia 2007).

2.1.7. Comercialización del aceite de palo rosa

La comercialización del aceite de palo rosa ha experimentado una larga tendencia a la baja, desde la década de 1960, cuando el aceite esencial es sustituido con linalool sintético; en la década del 70, el mercado fue aún más disminuido, con la entrada de madera china Ho (*Cinnamomum camphora*) y aceite de hoja en el comercio internacional, y a precios muy bajos, lo cual fue sustituyendo el palo rosa en perfumes de gama media, cosméticos y otros productos. En la actualidad el aceite esencial de palo rosa y sus derivados solo se utilizan como aroma principal en algunos perfumes de alta gama (May y Barata 2004).

Aunque Perú, Colombia y las Guayanas fueron exportadores de aceite de palo rosa (Coppens 1995). Brasil en el período comprendido entre 1945 y 1974 alcanzaba exportaciones promedio anuales de 360 toneladas, lo cual fue disminuyendo drásticamente (May y Barata 2004), reportándose la exportación promedio de 31 toneladas por año en el periodo 1997 - 2009, y luego una reducción a un promedio de 2 toneladas por año entre el 2010 - 2021 (Comex Stat 2022). Como se puede apreciar en la Figura 1, el volumen de las exportaciones en Brasil tiende a disminuir, mientras que el precio promedio del aceite esencial tiende a incrementarse, de \$. 38.23 el kilogramo en 1997, en el 2020 alcanzó los \$. 350.00 y en el 2021 alcanzó los \$. 318.

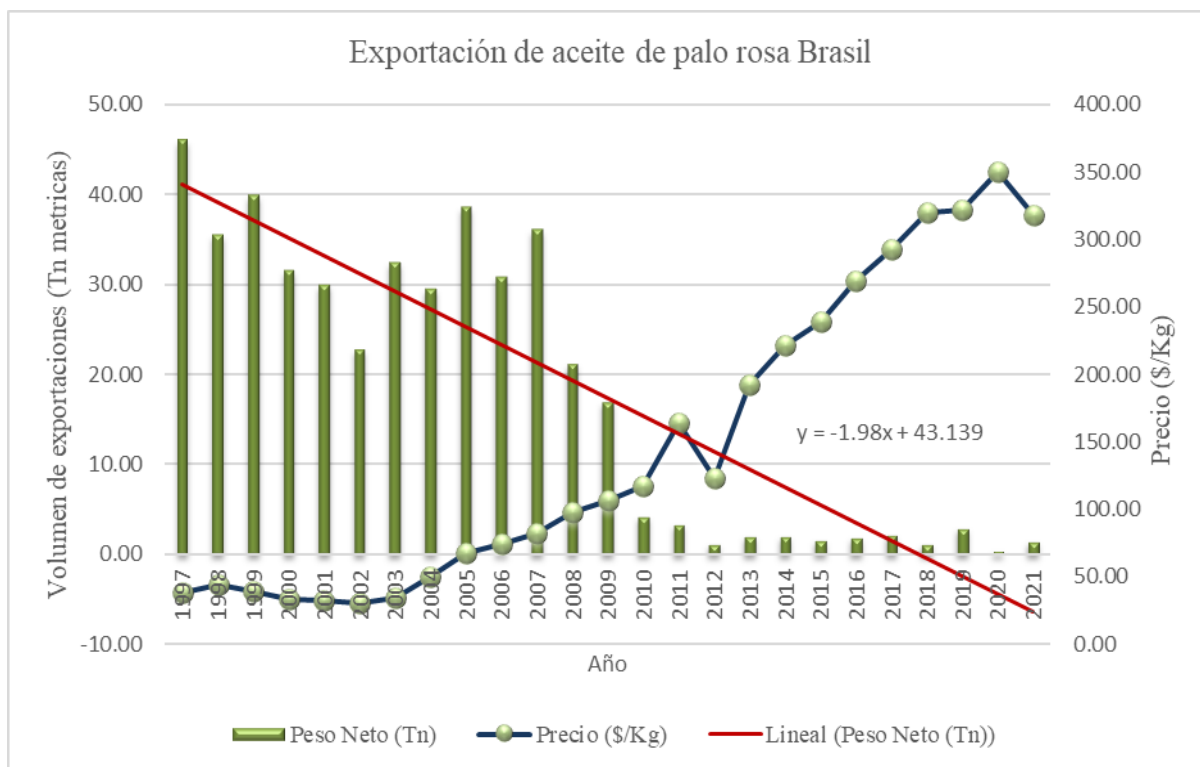


Figura 1. Exportación de aceite de palo rosa en Brasil y valor promedio por kilogramo

Fuente: Elaboración propia, basado en datos de Comex Stat (2022)¹

En el Perú se tiene reportes de exportación del aceite esencial desde el año 2016, alcanzando el 2018 mayor cantidad exportada con 2,013.74 kilogramos (Tabla 1) (MINAGRI 2018, 2019, 2020; MIDAGRI 2021, 2022).

Tabla 1. Exportación de aceite de palo rosa, Perú

Año	Exportación	
	Cantidad (Kg)	\$ FOB
2016	789.00	220,110.00
2017	1,616.00	467,080.00
2018	2,013.74	586,866.43
2019	1,067.29	347,527.94
2020	1,350.16	324,455.00
2021	705.00	229,152.00

Fuente: Elaboración propia, basado en datos de MINAGRI (2018, 2019, 2020); MIDAGRI (2021, 2022)

¹ Código de Nomenclatura Común de Mercosur - NCM: 33012915. Descripción de NCM: Aceite esencial, de palo rosa

Como se puede apreciar en la Figura 2, en el Perú el precio promedio de exportación por kilogramo del aceite esencial de palo rosa también presenta una tendencia a incrementarse, entre el año 2016 que alcanza los \$. 279 y el 2021 que alcanza los \$. 325.

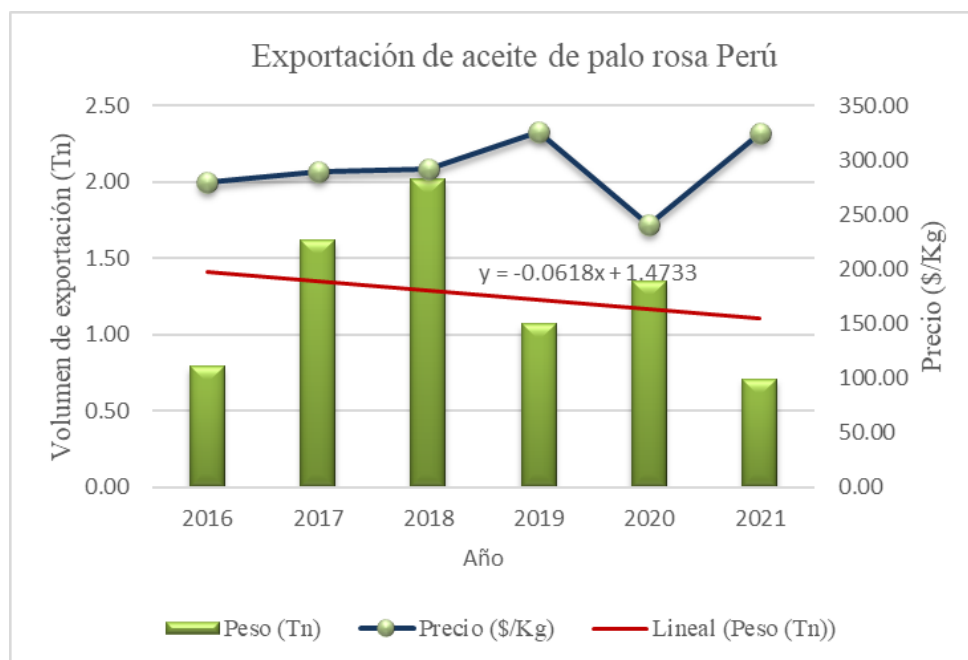


Figura 2. Exportación de aceite de palo rosa en Perú y valor promedio por kilogramo
Fuente: Elaboración propia, basado en datos de MINAGRI (2018, 2019, 2020); MIDAGRI (2021, 2022)

2.1.8. Reporte poblacional de la especie en el Perú

Según el MBG (2019), en el Perú se ha reportado en los departamentos de Loreto (Maynas) y en el departamento de Pasco (Oxapampa) (Tabla 2).

Tabla 2. Reporte de la especie *Aniba rosaeodora* en el Perú

Región	Provincia	Fecha	Colector	N° de colección
Pasco	Oxapampa	29/09/1986	W. Pariona & I. Pedro	985
Loreto	Maynas	03/01/1986	Walter H. Lewis Memory Elvin-Lewis & M. C. Gnerre	10512
Loreto	Maynas	10/09/1985	Manuel Rimachi Y.	8003
Loreto	Maynas	24/03/1979	Alwyn H. Gentry, J Aronson, C Díaz & N Jaramillo	26151
Loreto	Maynas	18/11/1977	Alwyn H. Gentry	20749
Loreto	Maynas	17/10/1973	F. Ayala	467
Loreto	Maynas	26/09/1972	Thomas B. Croat	20749
Loreto	Maynas	18/07/1972	Thomas B. Croat	18245
Loreto	Maynas	16/07/1972	Thomas B. Croat	18198

Fuente: Elaboración propia, basado en datos del MBG (2019)

Asimismo, estudios poblacionales realizados por MINAM (2018), encontraron que la densidad poblacional promedio resultante de la evaluación de *Aniba rosaeodora* en las provincias de Putumayo, Maynas y Mariscal Ramón Castilla en la región Loreto es de 0.524 árboles/ha., ≥ 5 cm de DAP; encontrándose en su mayoría individuos entre 5 a 20 cm de DAP. Con un índice de regeneración promedio de 1.53 individuos entre brinzales y latizales por árbol reproductivo, siendo la población estimada de *Aniba rosaeodora* en las áreas de distribución con probabilidad de ocurrencia (≥ 70 por ciento) en la región de Loreto de 89,568 individuos.

En la región Ucayali la especie *Aniba rosaeodora* Ducke, se distribuye principalmente en la provincia de Coronel Portillo, con una abundancia de 0.535 individuos por ha, a partir de 5 cm de DAP, es decir un individuo cada 2 ha; encontrándose individuos por debajo de los 35 cm de DAP y en su mayor proporción por debajo de los 25 cm. Encontrándose 1,300 individuos entre brinzales y latizales por árbol reproductivo, siendo la población estimada de 237,171 individuos de *Aniba rosaeodora* para la región Ucayali, dicha población se concentra en las clases diamétricas de 5 a 10 y de 20 a 25 cm de DAP (MINAM 2017).

A partir de los resultados obtenidos en Loreto y Ucayali se infiere que la fuerte eliminación de árboles de esta especie realizada en el siglo pasado, ha generado daños drásticos a las poblaciones, las cuales aún no se recuperan; muestra de ello son las bajas densidades de adultos y la escasa regeneración natural. Las poblaciones naturales de *Aniba rosaeodora* Ducke no han logrado recuperarse a pesar que han pasado entre 40 y 50 años que se redujo su aprovechamiento, esto se afirma porque en las poblaciones remanentes no existen árboles de diámetros mayores, lo que evidencia que la población tiene problemas de sobrevivencia. A partir de lo anterior se deduce que la especie no está en capacidad de soportar naturalmente un nuevo ciclo de producción, lo que evidencia la necesidad de restringir el aprovechamiento de poblaciones naturales de esta especie y realizar acciones para facilitar su recuperación (Kometter 2019).

2.1.9. Experiencias de propagación y cultivo de la especie

Araujo (1967), menciona que en su colección ubicado en el Km 134 y 104 del SER-010 de la carretera Manaus – Itacorria (Brasil) obtuvo un 75.3 por ciento y 61.05 por ciento de germinación de semillas, el tiempo que pasó entre el sembrío y el principio de la germinación

fue de 43 y 28 días respectivamente. Además, Alencar y Fernández (1987), obtuvieron un 37.9 por ciento de germinación en un periodo de 60 a 120 días con semillas coleccionadas de la reserva Ducke.

Según Pabón (1982) citado por Chacón (2003), menciona que la propagación por semilla no es la más apropiada para esta especie debido a que su viabilidad es muy corta y el poder de germinación muy variable. Estudios realizados en el Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, Brasil, recomiendan la propagación por estaquillas o miniestacas, por los buenos resultados que presenta.

La propagación vegetativa del palo rosa por corte de ramas jóvenes sin tratamientos hormonales ni de otro tipo, fue estudiada por Sampaio *et al.* (1987) quienes obtuvieron un 70 por ciento de enraizamiento; a su vez, manifiesta que debido a que el palo rosa crece bien a plena luz y en sombra parcial, parece ser una especie ideal para ser utilizada en sistemas agroforestales.

En Loreto, la Asociación de Campesinos Aromas Amazónicos, cuenta con árboles semilleros de *Aniba rosaeodora* (Figura 3), logrando porcentajes de germinación de semillas entre 90 y 95 por ciento a los 30 días (Entrevistas 2009). Se visitó una de sus parcelas de 3 años de instalada en sistema agroforestal; en la que se encontraron 1,500 plantas de *Aniba rosaeodora* (Palo rosa), asociado con *Ananas comosus* (piña), *Theobroma grandiflorum* (Copoazú), *Pourouma cecropiifolia* (Uvilla), *Manihot sculenta* (Yuca) e *Inga edulis* (Guaba) (Figura 4).



Figura 3. Árbol semillero de *A. rosaeodora*, Tamshiyacu - Loreto



Figura 4. *A. rosaeodora* en sistema agroforestal, Tamshiyacu – Loreto

Pérez *et al.* (2018), mencionan que la germinación de las semillas se puede realizar en condiciones naturales o en ambientes controlados. Si se realiza el proceso de germinación en condiciones naturales, las semillas se deben colocar en mulch proveniente del bosque y que esté relativamente descompuesto, además, mantenerlo continuamente húmedo. En estas condiciones la germinación no es más del 50 por ciento en un tiempo de 60 días aproximadamente. Sin embargo, las semillas colocadas en ambientes controlados (micro túneles) y empleando como sustrato capsulas de jiffis cuya composición se basa en turba vegetal y nutrientes recubierto con una malla biodegradable, obtuvieron un 90 por ciento de germinación de semillas, iniciando su germinación a los 30 días después de colocados en el germinador, concluyendo a los 60 días.

2.2. PROPAGACIÓN VEGETATIVA

La propagación clonal o vegetativa, también conocida como propagación indirecta, asexual o agámica, es la obtención de nuevos individuos, con partes vegetativas de una planta (ramas, raíces, tallos, hijuelos, rebrotes o tejidos celulares), provistas de yemas. Se utilizan tejidos vegetales que conserven la potencialidad de multiplicación y diferenciación celular para generar nuevos tallos y raíces a partir de cúmulos celulares presentes en diversos órganos, esto es posible gracias a que cada célula vegetal posee, en teoría, la información genética necesaria para generar una nueva planta y es capaz de hacerlo (Zanoni 1975; Vásquez *et al.* 1997; Quijada 1980; Rojas *et al.* 2004). Además, la propagación vegetativa captura ambos componentes genéticos: aditivos y no aditivos, para producir masas de poblaciones altamente uniformes y productivas (Easley 1989), lo cual es más difícil de lograr por vía sexual.

Toda planta reproducida asexualmente es genéticamente igual y constituye un clon. Todas las plantas que forman un clon son genéticamente iguales entre sí y con la planta madre, esto es posible porque cada célula que compone la planta contiene la información genética necesaria para generar otro individuo de similares características al del original denominado clon, es probable que en algunos casos no se aprecien las características fenotípicas del individuo original debido a que el nuevo individuo puede ser influenciado por la variación ambiental, pero si es claro que el nuevo individuo es idéntico al original (Sevilla y Holle 2004; Soudre *et al.* 2008).

2.2.1. Importancia de la propagación vegetativa

La propagación vegetativa o asexual permite el desarrollo de huertos semilleros o bancos clonales orientados a la producción de semillas o propágulos vegetativos a gran escala, así como el uso directo del material vegetativo para el establecimiento de plantaciones clonales (Gutiérrez e Ipinza 1998). Este tipo de reproducción en el campo forestal se usa para multiplicar árboles seleccionados con base a características deseables que se quieren perpetuar como: velocidad de crecimiento, rectitud del fuste, resistencia a plagas y enfermedades, es decir, permite conservar genotipos valiosos (Carrera 1997; Quijada 1980).

La ventaja característica de esta forma de propagación la constituye su capacidad para capturar y transferir a los nuevos individuos todo el potencial genético de la planta madre (ortet), posibilitando la pronta utilización de sus características genéticas, pues no se requiere esperar a la producción de semillas para obtener sus descendientes vegetativos, permitiendo disponer de copias de las plantas de interés en un área centralizada, como un laboratorio o invernadero, para estudios intensivos; también posibilita la preservación de genotipos o combinaciones específicas de genes en bancos clonales para propósitos científicos o posibles usos posteriores en programas operacionales (Gutiérrez e Ipinza 1998).

Según Longman (1993), existen dos razones muy importantes por las que se realiza la propagación vegetativa: i) permite tener libertad para cultivar una especie, muchos árboles tropicales florecen y dan frutos raramente; y/o sus semillas no son fáciles de almacenar. Al enraizar esquejes (estaquillas), se pueden obtener muchas plantas de vivero en cualquier momento, sin tener que depender de las semillas y ii) porque permite una mejora genética más rápida. Además, es importante porque permite la mayor productividad y mejor calidad del producto, mayor ganancia genética, al capturar tanto los componentes aditivos como no aditivos de la variación genética total, mayor homogeneidad en plantaciones, mayor facilidad de manejo, posibilidad de replicar individuos con combinaciones genéticas únicas, lo cual no es posible mediante el uso de semillas, además brinda la posibilidad de iniciar la propagación mucho antes de que el árbol alcance su edad reproductiva. También es importante estudiar varias especies de árboles y arbustos de interés, ya que existen muchas barreras que dificultarían su reproducción, o que pueden estar en peligro de extinción, sin embargo, es posible propagar en cierto grado todas las especies difíciles, siempre y cuando

se conozcan las condiciones adecuadas que permitan propagarlo (Soudre *et al.* 2008; Mesén 1998; Hartmann y Kester 1996).

2.2.2. Métodos de propagación vegetativa

Existen cuatro métodos de propagación vegetativa, la primera es por estacas, que consiste en secciones de tallos o ramas que puestos en condiciones adecuadas permite el enraizamiento, la segunda es por injerto, consiste en propagar las plantas por medio de soldaduras de una yema con otro llamado patrón, la tercera es por acodo, que son secciones de una planta que son sometidos a un proceso provocado de enraizamiento, responde positivamente al tratamiento, finalmente se tiene el tejido de cultivo, cuando se logra nuevos vástagos en función a la utilización de tejidos, células o protoplastos del vegetal (Mesén 1998; Vásquez *et al.* 1997; Gispert 1984).

En el caso de especies forestales, en la propagación vegetativa se emplean esquejes o estacas, acodos e injertos. Sin embargo, Hartmann y Kester (1983) refieren que en el campo forestal la estaca del tallo es el más importante, se obtiene de segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales con la mira que, al colocarlos en forma adecuada, produzcan raíces adventicias y originen una planta independiente.

Según la parte de la planta de donde se obtienen los segmentos (cortes o fragmentos) se dividen en cortes de: hojas, de brotes o renuevos, de raíz y de ramas. La selección de cualquiera de ellos depende básicamente de las características inherentes a cada especie, de las facilidades para obtener y manipular los cortes (en función del estado fenológico de la planta), del propósito de la propagación y de la disponibilidad de recursos económicos (Vásquez *et al.* 1997).

2.2.3. Fuente de material para propagación

Según Mesén (1998), en silvicultura clonal no interesa la producción de semilla, sino generar árboles de crecimiento ortotrópico normal, similar al árbol que les dio origen. Para esto, la técnica más utilizada es la de enraizamiento de estaquitas suculentas, utilizando material fisiológicamente juvenil. Esta es una de las principales limitaciones prácticas de la silvicultura clonal, ya que la selección de árboles que se requiere propagar se basa en ciertas características de importancia económica, tales como rectitud del fuste, volumen, hábito de

ramificación, densidad de la madera, etc., que se expresan a edades adultas, cuando el árbol ha perdido su condición de juvenil la cual se requiere para este tipo de propagación.

Para superar este problema se utilizan varias prácticas, por ejemplo:

- Talar el árbol y utilizar los rebrotes juveniles producidos por el tocón.
- Estimular la brotación de yemas de la base de árboles en pie.
- Injertación serial y
- Uso de plántulas producidas por semillas de árboles seleccionados.

Queda la posibilidad de generar plántulas a partir de semillas cuando por alguna razón no es posible talar el árbol para la generación de rebrotes del tocón o cuando la especie no responde a la estimulación de rebrotes mediante heridas basales, también se ha utilizado esta práctica cuando la especie ha sufrido erosión genética severa y quedan pocos individuos seleccionables de forma natural.

2.2.4. Propagación por estacas o estaquillas

Se le llama esqueje, estaca o estaquilla al trozo de tallo, de hoja o de raíz que se pone a enraizar. Si la estaca es de pequeñas dimensiones o se realiza con un fragmento semi leñoso de una planta se denomina estaquilla o mini estaca, dadas sus dimensiones de hasta 7 cm de longitud y de 8 mm de diámetro (Urbina 2009; Basauri *et al.* 2019).

Consiste en cortar brotes, ramas o raíces de una planta lo cual se coloca en una cámara de enraizamiento, con el fin de lograr la emisión de raíces y brotación en la parte aérea, hasta obtener una nueva planta. También se puede utilizar cualquier porción de una planta (raíz, tallo, hoja) que sea separada de esta y que es inducida, mediante condiciones ambientales favorables a formar raíces y nuevos tallos para producir una nueva planta (Ramos 2004; Vásquez *et al.* 1997; Grof *et al.* 1981; Wells 1979).

De acuerdo con Parry (1976), la mayoría de las especies forestales, incluso las coníferas pueden propagarse por estacas; sin embargo, este procedimiento se emplea con las especies que prenden fácilmente y que no requieren equipo especial. Aunque no existen restricciones al respecto, normalmente se incluyen en un programa de propagación vegetativa las especies de mayor importancia actual o potencial (económica, ecológica, etc.). Sin embargo, en

teoría, cualquier especie puede ser propagada mediante enraizamiento de estaquillas (aunque ciertamente algunas especies enraízan con mayor facilidad).

Para obtener y manipular adecuadamente las estacas deben tomarse en cuenta varios factores: la alta humedad del aire, la intensidad moderada de luz, con temperaturas estables, un medio favorable de enraizamiento, y una protección adecuada contra el viento, las plagas y las enfermedades. Sobre todo, debe evitarse la deshidratación, pues los cortes con hojas pierden rápidamente agua por medio de la transpiración, aun cuando exista una alta humedad relativa. Y es que, como no tienen raíces, la absorción de agua es mucho más lenta, y esto afecta el estado de hidratación de la estaca (Vásquez *et al.* 1997).

2.2.5. Factores condicionantes que afectan la capacidad de enraizamiento

a. Propagadores o medios de enraizamiento

El ambiente en el cual las estacas son puestas a enraizar es de vital importancia. Un propagador es una construcción que propicia las condiciones ambientales adecuadas para la germinación y establecimiento de las plántulas o para el enraizamiento de las estacas, según sea el caso de que se trate, pues evita la pérdida de agua del medio que rodea a las estacas.

Hay propagadores con sistemas de aspersión de alto costo que regulan automáticamente la frecuencia y la intensidad de la aspersión. Se instalan en invernaderos con control de luz y humedad. Sin embargo, la humedad también se puede controlar de manera sencilla en un compartimiento que tenga una tapa transparente para permitir el paso de la luz y evitar la pérdida de humedad; el fondo del compartimiento se cubre con una mezcla de arena y grava saturadas de agua, sobre la cual se pone el medio de enraizamiento. Adicionalmente se debe reducir la insolación del dispositivo y dar aspersiones periódicas (Mesén 1998; Vásquez *et al.* 1997).

b. Temperatura ambiental

Según Ruiz-Solsol y Mesén (2010), indican que en especies tropicales la temperatura óptima del aire que favorece el enraizamiento es de 20 a 25°C, aunque temperaturas hasta 30°C son aceptables siempre y cuando se mantenga una humedad relativa cercana a 95 por ciento. Asimismo, Hartmann y Kester (1996), indican que las temperaturas excesivas de aire tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de las raíces y a aumentar

la pérdida de agua por las hojas, más bien las temperaturas entre 21°C y 27°C son satisfactorias para lograr el enraizamiento en la mayoría de las especies forestales, algunas enraízan mejor a temperaturas bajas y se debe evitar la temperatura del aire demasiado alta. En zonas frías recomienda utilizar un instrumento que proporcione calor constantemente permitiendo un mayor porcentaje de enraizamiento. Debido a que las temperaturas dependen del nivel de irradiación, el uso de sombra es una medida efectiva para prevenir un aumento en la temperatura del sustrato de enraizamiento y del aire que rodea las estacas (Leakey y Mesén 1991 citado por Núñez 1997).

c. Luz

La luz representa uno de los elementos esenciales para las plantas. Las principales propiedades de la luz que afectan el crecimiento de las plantas son: intensidad, duración y calidad. Para la producción de plantas, se debe tomar en cuenta principalmente la intensidad y duración de la luz, cuyas necesidades son variables según la especie; deben ser adecuadas para mantener una tasa fotosintética que garantice suficiente producción de carbohidratos para la sobrevivencia de las estacas y la iniciación radicular sin comprometer el vigor vegetativo de las estacas, las cuales son variables con las especies (Gobierno del Estado de México 2007; Xavier 2002 citado por Torres 2003).

Con poca luz, la emisión de raíces se realiza antes que las hojas; además disminuye la evaporación de agua de constitución que llevan las estacas, evitando así su desecación; sin embargo, la falta de luz no debe ser exagerada pues no se realizaría la función fotosintética, que es de vital importancia para el desarrollo de las plantas, además es recomendable que para el desarrollo normal de la actividad fotosintética debe proporcionarse por lo menos un 30 por ciento de luz a las estacas teniendo cuidado que esta luz no eleve la temperatura óptima (Henríquez 2004; Mesén 1998; Loach 1988).

Temperaturas más 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 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 los 26°C, no sólo se logra una mayor rapidez en la formación de raíces, sino que también se obtienen en mayor cantidad (Henríquez 2004).

d. Sustrato

El sustrato tiene un efecto importante en el éxito del enraizamiento, y debe ser considerado como parte integral de cualquier sistema de propagación. Un buen sustrato combina buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje y libre de agentes contaminantes, además no debe presentar obstáculos para el crecimiento de las raíces (Hartman y Kester 1983; Leakey y Mesén 1991; Quijada 1980).

La arena es el medio de enraizamiento preferido, debido a que proporciona aireación y retención de agua adecuada; asimismo, facilita la apertura de hoyos, la inserción y la extracción de las estacas enraizadas (Mesén 1998). La arena es de bajo costo y fácil de obtener, debe ser lo suficientemente fina como para retener humedad alrededor de las estacas y bastante gruesa para permitir que el agua drene a través de esta (Hartman y Kester 1995).

En Ucayali, a través de un proceso de clasificación por medio de zarandas (tamices), se obtiene tres tipos de arena de acuerdo a su granulometría (sistema de clasificación de Kopecky): arena fina (0.1 - 0.2 mm), arena media (0.2 - 1.0 mm), y arena gruesa (1.0 - 2.0 mm); el tipo de arena favorece el enraizamiento particular de algunas especies nativas como *Cedrela odorata* (cedro) y *Amburana cearensis* (ishpingo) que presenta un mayor porcentaje de enraizamiento en arena gruesa, *Swietenia macrophylla* (caoba) en arena media y *Cedrelinga cateniformis* (tornillo) en arena fina (Soudre *et al.* 2010).

La granulometría apropiada para el uso en sustratos oscila entre 0.5 y 2 mm de diámetro para una buena porosidad, pero con retención hídrica mínima. Menor a 0.5 mm puede ocasionar anoxia radicular y mayor a 2 mm no retienen agua (Alvarado y Solano 2002; Martínez y Roca 2011). Pire y Pereira (2003) determinaron las propiedades físicas de la arena fina (0.05 - 1 mm de diámetro), determinando 1.6 por ciento de humedad, 37.3 por ciento de porosidad total, 4.7 por ciento de porosidad de aireación, 32.6 por ciento de retención de humedad y 1.458 mg/m³ de densidad aparente.

Entre las ventajas están su precio relativamente bajo, estabilidad estructural, facilidad de ser desinfectada y reutilizable; sin embargo, también presenta desventajas como su elevada densidad aparente, baja retención de agua y el impacto ambiental que causa al extraerla de playas (Martínez y Roca 2011; Abad *et al.* 2004).

e. Factor juvenil

En especies forestales, debido a sus largos ciclos de vida, el factor juvenil tiene mucha importancia. En general, a mayor edad del árbol existe mayor dificultad de multiplicación. Asimismo, el uso de material juvenil para la propagación vegetativa ha demostrado ser el más eficiente en numerosos estudios realizados por el CATIE (Valera & Garay S/F; Mesén 1998; Díaz 1991). Casi siempre las estacas tomadas de plántulas jóvenes (crecimiento juvenil), enraízan con mayor facilidad que aquellas tomadas de plántulas adultas. Esto se explica por el incremento en la producción de inhibidores de las raíces a medida que la planta aumenta de edad (Wells 1979; Hartmann y Kester 1988).

f. Condición fisiológica de la planta madre

Las estacas deben cosecharse de plantas vigorosas, sin enfermedades tanto de origen fúngico como viral o bacteriano. Las plantas madres tienen que estar libre de plagas, no deben presentar ningún tipo de síntomas de ataques de insectos. Respecto al aspecto nutricional, se recomienda realizar la cosecha durante la mañana temprano cuando el material vegetal está turgente. La presencia de yemas florales y/o flores puede perjudicar el enraizamiento de las estacas (Sisaro y Hagiwara 2016). Las estacas obtenidas de plantas jóvenes o de sectores más juveniles tienen mayor capacidad para formar raíces, cualquier tratamiento previo que logre rejuvenecer a la planta o mantener la fase juvenil (podas drásticas, aplicaciones de giberelinas, injertos) será efectivo para favorecer el enraizamiento de las estacas (Botti 1999).

g. Topófisis

La topófisis corresponde a la variación de crecimiento de las estacas tomadas de diferentes lugares a lo largo de una rama, o también ha sido definida como la ubicación de la estaca dentro de una rama original. Ensayos realizados en *Populus deltoides*, han observado una marcada diferencia en el porcentaje de enraizamiento (supervivencia), dependiendo de si las estacas provienen de la parte basal, media o apical de la rama (Loewe *et al.* 1997). Hartmann y Kester (1996), indican que, la topófisis consiste en un cambio o variación de fases de diferentes partes de la planta y cuyos meristemas perpetúan esas fases en su descendencia vegetativa. En la práctica la topófisis se manifiesta en que una estaca tomada del tallo (ortotrópico) de una planta madre tendrá el mismo hábito de crecimiento vertical.

h. Área foliar

La iniciación de raíces en las estacas requiere de energía. Considerando que las sustancias lipídicas normalmente no son abundantes en los tallos, la degradación de carbohidratos se constituye probablemente en la única fuente de energía en la estaca para activar el proceso rizogénico, señalándose que el almidón, cuando está presente, actúa como la fuente principal, y posiblemente única, de energía para la iniciación y desarrollo del primordio radical (Puri y Khara 1992 citado por Gutiérrez 1995).

Las aplicaciones artificiales de hidratos de carbono y los compuestos nitrogenados no son capaces de reemplazar a la presencia de hojas en estacas de *Eucalyptus camaldulensis*, como condición esencial para que el enraizamiento se produzca (Hanney 1980 citado por Gutiérrez 1995). Geary y Harding (1984) trabajando con estacas de esta misma especie, concluyen que la remoción del 100 por ciento de las hojas de la estaca impide el enraizamiento, mientras que una remoción parcial del 50 al 75 por ciento lo estimula (Gutiérrez 1995).

Cuando se produce una estaca se corta la provisión natural de agua que viene desde la raíz, pero si esta contiene hojas, pierden agua por efecto de transpiración. En especies que enraízan con facilidad, pronto permite que la absorción de agua compense la cantidad que es eliminada por las hojas, pero en especies de enraizamiento lento, la transpiración de las hojas se debe reducir a una cantidad muy baja hasta que se formen las raíces (Hartmann y Kester 1977).

i. Reguladores de crecimiento

Los reguladores de crecimiento son compuestos producidos sintéticamente u obtenidos de otros organismos, son similares a las fitohormonas y cumplen un papel importante en la regulación de diferentes procesos bioquímicos a nivel celular en los organismos vegetales. Tienen la capacidad de acelerar o retardar el crecimiento de las plantas (Alcántara *et al.* 2019; Sajjad 2017).

Las hormonas vegetales o fitohormonas son aquellas sustancias sintetizadas en un determinado lugar de la planta y que se translocan a otro donde actúan en muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo, reproducción y otras funciones de las plantas (Rojas *et al.* 2004; Vásquez *et al.* 1997).

Para distinguir entre las hormonas vegetales y reguladores del crecimiento, se puede decir, todas las hormonas regulan el crecimiento, pero no todos los reguladores de crecimiento son hormonas; de las fitohormonas (etileno, giberelinas, citoquininas, auxinas e inhibidores del crecimiento, como el ácido absísico), las auxinas son los que tienen el mayor efecto en cuanto a la división celular y la elongación, así como en un aumento en el transporte de carbohidratos y cofactores foliares a la base de la estaca o estaquilla, donde se llega a promover el desarrollo y formación del primordio inicial; las máximas concentraciones de auxinas se encuentran en los ápices de crecimiento, es decir, en las yemas y en los ápices en crecimiento de las hojas y raíces, también distribuidos ampliamente por la planta en las regiones meristemáticas (Haissig 1974 citado por Núñez 1997; Delvin 1980).

La aplicación de auxinas generalmente aumenta el porcentaje de enraizamiento, reduce el tiempo de raíces y mejora la calidad de sistema radical formado. Aunque el ácido indolacético (AIA) es la auxina natural que se encuentra en las plantas; otros dos compuestos sintéticos, el ácido indol 3 butírico (AIB) y el ácido alfa – naftalenoácético (ANA) han demostrado ser más efectivos como estimuladores del enraizamiento de estacas, no se degrada fácilmente por la luz o microorganismos, es insoluble en agua, no es tóxico y permanece por más tiempo en el sitio de aplicación. Además, las plantas poseen mecanismos para recudir o eliminar el efecto del AIA, al conjugarlo con otros compuestos o modificarlo, lo cual no sucede con el AIB (Flores *et al.* 2013; Mesén 1998; Blazich 1988).

j. Longitud y diámetro de la estaca o estaquilla

El número de raíces producido por las estaquillas es altamente influenciado por la habilidad de la estaquilla de suplir carbohidratos, ya sea de reserva o producidos mediante fotosíntesis, al área donde surgen las raíces. En el caso de tornillo quedaría demostrado que para fomentar el mayor número de raíces a los 40 días es posible usar, estaquillas medias, tanto de 4 cm, como de 8 cm, indistintamente (Soudre *et al.* 2011).

Mesén (1998), menciona que generalmente se usan estacas de 4 a 6 cm de longitud, con diámetros centrales de 3 a 6 mm; y no se recomienda usar estacas demasiado cortas (menos de 4 cm de longitud), porque entonces la hoja queda en contacto permanente con el sustrato lo cual puede favorecer la pudrición de la hoja. Sin embargo, Hartmann y Kester (1977) afirman que la longitud de estaca es un factor determinante en el enraizamiento por lo que recomiendan utilizar estacas o estaquillas de 7 a 15 cm de largo con dos a más nudos.

Hartmann y Kester (1977) sostienen que la concentración de sustancias nutricionales es mayor, cuando mayor sea el grosor de la estaca. De igual modo la rigidez de una planta está en relación directa con el diámetro. Así los delgados son generalmente suaves y flexibles por tener tallos succulentos, mientras que los más gruesos son firmes y rígidos por tener tallos leñosos; el enraizamiento por tanto está relacionado con el grosor del diámetro de la estaca.

2.2.6. Ventajas de la propagación vegetativa a través de estaquillas

Soudre *et al.* (2008), mencionan que las ventajas de la propagación vegetativa mediante enraizamiento de estaquillas son: - mayor ganancia genética, al capturar tanto los componentes aditivos como no aditivos de la variación genética total; - mayor productividad y mejor calidad del producto; - mayor homogeneidad en plantaciones; – mayor facilidad de manejo; - posibilidad de replicar individuos con combinaciones genéticas únicas, lo cual no es posible mediante el uso de semillas; - posibilidad de iniciar la propagación mucho antes de que el árbol alcance su edad reproductiva; - se evita la dependencia hacia el uso de semillas y los problemas asociados con algunas especies (fructificación a edades adultas, producción baja e irregular, depredación de frutos y semillas, baja germinación, dificultades de almacenamiento).

2.2.7. Desventajas de la propagación a través de estaquillas

Soudre *et al.* (2008) indican que las desventajas de la propagación vegetativa mediante enraizamiento de estaquillas son: - es un proceso más elaborado que el uso de semillas; - el costo final de cada planta es ligeramente mayor, pero se justifica plenamente; - la tala del árbol seleccionado puede ser problemática en ciertas circunstancias, aunque existen medidas alternativas; - algunas especies no producen rebrotes, afortunadamente son la excepción.

2.3. PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR SUB IRRIGACIÓN

Entre las ventajas significativas que ofrece la propagación vegetativa se destaca la capacidad de explotar tanto los componentes aditivos como los no aditivos de la varianza genética total, permitiendo ganancias genéticas importantes en periodos cortos. Sin embargo, los altos costos de implementación y operación de los sistemas de propagación, los hacen inapropiados excepto para proyectos a gran escala comercial como los logrados por grandes empresas mediante sistemas caros y relativamente sofisticados de nebulización automática

(Mesén 1998). Es por ello que surgió la idea de crear un sistema más simple y económico capaz de funcionar en condiciones de ausencia de electricidad y de agua de cañería, el cual es el propagador de polietileno (Leakey *et al.* 1990), también llamado el propagador de subirrigación (Mesén *et al.* 1992).

Este sistema es de bajo costo, apropiado incluso para condiciones rurales y programas de bajo capital (Mesén 1998); ya que propone el uso de materiales disponibles localmente y puede usarse a pequeña o gran escala (Longman 1993). Ha sido probada con éxito en Centro América y África (Leakey *et al.* 1990); que probaron ser efectivos para la propagación de gran cantidad de especies tropicales, con las ventajas adicionales de que son baratos y fáciles de utilizar (Mesén 1998).

Consiste básicamente de un marco de madera o de metal rodeado por plástico transparente para hacerlo impermeable. Los primeros 25 cm se cubren con capas sucesivas de piedras grandes (6-10 cm de diámetro), piedras pequeñas (3-6 cm) y grava, y los últimos 5 cm se cubren con un sustrato de enraizamiento (arena fina, aserrín, etc.). Los 20 cm basales se llenan con agua, de manera que el sustrato de enraizamiento siempre se mantendrá húmedo por capilaridad. Para introducir el agua u observar su nivel, se utiliza un cilindro de bambú o cualquier otro material insertado verticalmente a través de las diferentes capas de material. Internamente se utilizan marcos de reglas que le dan apoyo a la estructura y a la vez proporcionan subdivisiones que permiten el uso de sustratos diferentes dentro del mismo propagador. La caja se cubre con una tapa que ajuste bien, también forrada de plástico, para mantener alta la humedad interna. El agua del propagador debe cambiarse al menos cada seis meses. Tiene el propósito de albergar las estaquillas instaladas sobre los sustratos experimentales, bajo condiciones microambientales controladas, evitando así la pérdida de humedad y facilitando la entrada de luz hacia las estaquillas (Mesén 1998; Soudre *et al.* 2008).

La efectividad del propagador de subirrigación parece radicar en su capacidad de minimizar el estrés hídrico, protegiendo las estacas de las fuertes variaciones ambientales externas, capaz de mantener humedades relativas arriba del 90 por ciento, al igual que lo hace el propagador de nebulización por aspersion (Newton y Jones 1993). Bajo condiciones tropicales, el propagador de subirrigación también mantiene las temperaturas del aire y del sustrato dentro de los rangos normales para el enraizamiento de especies forestales (20-25

°C y 18-30 °C, respectivamente) (Mesén 1998). Además, el aire se satura en horas de la noche, lo cual resulta en condensación de agua en las hojas y humedecimiento del follaje. Gran cantidad de agua también se condensa en el plástico de la tapa, y su caída contribuye además al humedecimiento de las hojas (Mesen *et al.* 1992).

2.4. ESTUDIOS DE SUBIRRIGACIÓN REALIZADOS EN ALGUNAS ESPECIES FORESTALES DEL PERÚ

Gatica (2015), empleando AIB en concentraciones de 3000, 5000 y 6000 ppm y como sustrato arena blanca y cascarilla de arroz carbonizada, logró determinar que la especie *Aniba rosaeodora*, forma callos entre los 15 a 30 días después de la siembra, con dosis superiores a 5000 ppm de AIB, obtuvo un enraizamiento de 46 por ciento y 54 por ciento, con arena y cascarilla de arroz carbonizada respectivamente.

Murrieta (2010), empleando concentraciones de AIB de 2000, 3000 y 4000 ppm y como sustrato arena fina, gravilla y arena gruesa, en la propagación de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. (cedro colorado), obtuvo 89 por ciento de enraizamiento, 5.4 raíces por estaquilla, 71.7 mm promedio de longitud de raíz, 0.8 brotes por estaquilla y 89 por ciento de sobrevivencia en arena gruesa y con 3000 ppm de AIB, a 42 días de instalado el experimento.

Vidal (2010), empleando dosis de AIB de 1000, 3000, 5000 y 8000 ppm, como sustrato arena fina, arena gruesa y grava fina y estaquillas apical media y basal, para la especie *Simarouba amara* (marupa), obtuvo un 64 por ciento de enraizamiento, 70.8 por ciento porcentaje de callos, y una sobrevivencia de 95.2 por ciento, para la concentración de 8000 ppm de AIB con la interacción sustrato perlita y estaca media, a 30 días de instalado el ensayo.

Saboya (2010), utilizando dosis de 3000, 5000 y 8000 ppm de AIB y cinco tipos de sustratos obtenidos a través de quemadores cilindro medio, cónico, rotatorio, además del tradicional y testigo; en el enraizamiento de estacas juveniles de *Swietenia macrophylla* king (caoba), encontró que el sustrato adecuado para el enraizamiento fue aquel obtenido a través del quemador cilindro rotatorio y utilizando 8000 ppm de AIB, logrando hasta un 95.83 por ciento de enraizamiento, a 60 días de establecido el experimento.

Flores (2010), utilizando dosis de 1000, 2000, 4000 y 8000 ppm de AIB, como sustrato arena gruesa, gravilla y arena fina en el enraizamiento de estaquillas apical, media y basal de *Amburana cearensis* (ishpingo); logró 90 por ciento de enraizamiento, 95.6 por ciento de sobrevivencia, 2.2 número de raíces promedio y 32.7 mm promedio de longitud de raíz, para la dosis de 8000 ppm de AIB y sustrato arena gruesa, a 42 días de establecido.

Yepes *et al.* (2010) probaron 3000 y 7000 ppm de AIB, utilizando brotes de plantas juveniles de *Aniba rosaeodora*, con sustratos arena de granulometría media y cascarilla de arroz carbonizada; no encontraron diferencias estadísticas significativas entre dosis de AIB, como tampoco entre sustratos, obtuvo el 60 por ciento de enraizamiento, a 75 días de instalado el experimento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

3.1.1. Identificación y descripción de la especie comúnmente conocida como palo rosa y evaluación del prendimiento inicial de plántulas de *Aniba rosaeodora* procedentes de Loreto en las comunidades de Puerto Bermúdez

a. Ubicación

El área de estudio se ubica en las comunidades nativas de la cuenca alta del río Pichis en el distrito de Puerto Bermúdez, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco (Figura 5).

b. Clima

El valle del Pichis se encuentra entre los 320 msnm hasta los 800 msnm, con vegetación predominante arbórea que conforman masas boscosas. El clima se caracteriza por presentar precipitaciones totales anuales entre 3,000 y 3,500 mm. Las épocas lluviosas con mayor intensidad se presentan en los meses de noviembre hasta abril, presentando una temporada con lluvias escasas entre los meses de julio a septiembre. El rango de temperatura varía entre 23 a 27 °C, predominando la formación ecológica de zona de vida bosque húmedo – Tropical (bh-T) (CI 2008).

c. Bosques y recursos forestales

Los bosques naturales del valle del Pichis se caracterizan por presentar una exuberante vegetación con predominancia de especies forestales y otros vegetales del sotobosque, con una alta humedad relativa y una gran biodiversidad de plantas, animales e insectos. Las plantas van desde helechos hasta árboles con alto valor comercial por su madera (cedro, tornillo, caoba); en animales con diversas especies hoy en extinción como el gallito de las rocas, oso de anteojos, etc. (CI 2008).

ONERN (1981), reporta para la zona que un 87.3 por ciento de los suelos se encontraban cubiertos de bosques primarios, un 5.1 por ciento dedicadas a la actividad agropecuaria, 3.5 por ciento bajo bosques secundarios (purmas) y el 4.1 por ciento restante repartido entre centros urbanos, terrenos húmedos, etc. Esta situación de carácter general ha sido modificada, ya que por ejemplo, para una superficie total de 33,180 ha en seis comunidades, imágenes de satélite del 2007 demuestran que se mantienen con cobertura de bosque primario 20,582.7 ha, equivalente al 62 por ciento de la superficie, 12,560 ha, equivalentes al 38 por ciento ya han sido intervenidas para agricultura, pasturas o que podrían estar con vegetación de barbecho (purma o bosque secundario), mientras que unas 37 ha (0.1 por ciento) corresponderían a los asentamientos urbanos en las mismas comunidades (Arce 2008).

a. Hidrografía

En el valle existe un río principal que es el río Pichis, con los siguientes tributarios: Apurucayali, Anacayali, Nehuachi, Nazarategui y Azupizú. Los principales ríos navegables en el Valle Pichis son el río Pichis, Apurucayali, Anacayali, Nehuachi, Azupizú, Lorencillo I, Lorencillo II, Lorencillo III. El río Pichis junto al río Palcazu va a dar origen al río Pachitea que a su vez desemboca en el río Ucayali (CI 2008).

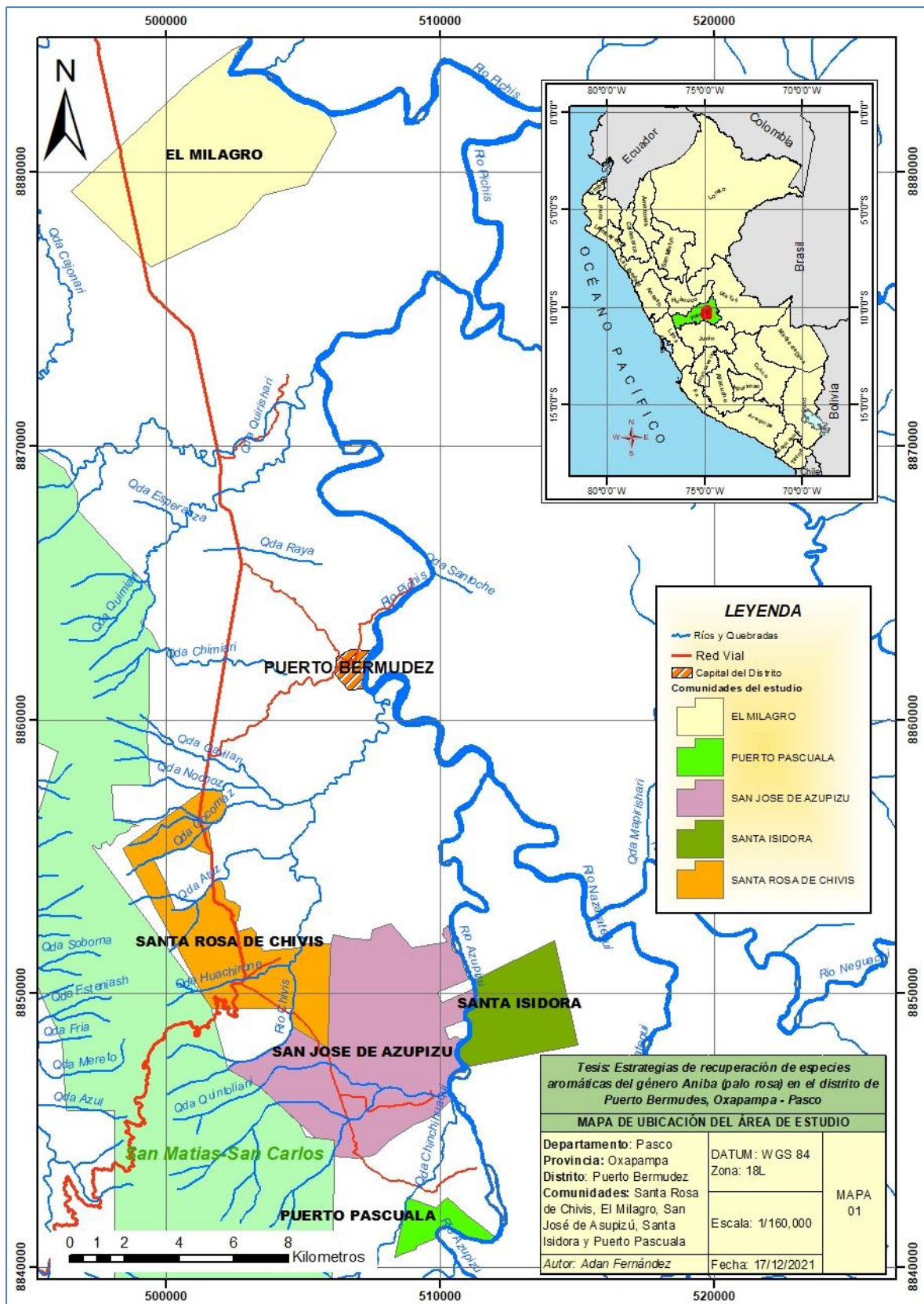


Figura 5. Ubicación del área de estudio

3.1.2. Comportamiento de la especie *Aniba rosaeodora* a la propagación vegetativa mediante el uso de cámara de sub irrigación

El ensayo sobre comportamiento de la especie a la propagación asexual mediante sub irrigación se desarrolló en el vivero forestal de la estación experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) Ucayali, ubicado en la carretera Federico Basadre Km. 12.400 margen derecho, en la ciudad de Pucallpa, distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali.

a. Condiciones ambientales en la zona de estudio

En la siguiente tabla se muestra los promedios climáticos registrados durante un periodo de 08 años (2003 – 2010) en la ciudad de Pucallpa, observando que la temperatura promedio anual alcanzó 27.2 °C, la humedad relativa promedio anual alcanzó 84.5 por ciento y la precipitación total anual alcanzó 1,728.9 mm. Resalta las precipitaciones de los meses de enero a abril, que superan los 180 mm; el periodo más húmedo abarca el mes de julio, caracterizándose por que la precipitación es mucho menor que la evapotranspiración (UNU 2010).

Tabla 3. Promedio de temperatura, humedad relativa y precipitación en Pucallpa 2003 – 2010

Mes	2003			2004			2005			2006			2007			2008			2009			2010			PROMEDIO		
	T	HR	PP	T	HR	PP	T	HR	PP	T	HR	PP	T	HR	PP	T	HR	PP	T	HR	PP	T	HR	PP	T	HR	PP
Enero	27.7	86.2	122.0	27.2	82.8	146.0	27.4	83.0	81.6	27.6	85.5	133.2	28.4	80.3	49.6	27.4	82.4	403.5	26.8	82.1	434.4	28.6	76.1	75.1	27.6	82.3	180.7
Febrero	27.3	81.2	168.1	27.1	83.8	103.9	27.1	85.1	141.3	26.8	87.9	436.9	28.0	82.6	204.4	27.2	83.8	237.5	27.2	82.6	168.2	28.3	82.4	168.8	27.4	83.7	203.6
Marzo	27.1	84.2	227.5	26.9	84.6	232.1	26.4	84.0	65.8	27.3	85.5	98.7	27.4	85.7	202.5	26.7	85.9	214.2	27.3	83.0	138.7	27.8	83.3	270.2	27.1	84.5	181.2
Abril	27.0	83.4	289.8	27.4	84.3	272.5	26.9	85.9	205.7	27.4	85.8	250.1	27.6	84.9	112.5	27.1	83.3	227.5	26.8	83.6	295.1	28.1	82.7	234.9	27.3	84.2	236.0
Mayo	26.5	85.5	228.9	25.4	86.2	62.7	27.2	83.5	26.0	26.4	83.2	23.7	26.6	87.2	266.8	26.1	82.2	123.3	27.2	82.7	185.4	27.2	84.2	201.9	26.5	84.3	139.8
Junio	26.5	85.3	212.0	25.7	86.8	79.3	26.4	84.1	65.8	27.4	88.0	44.5	26.8	88.2	7.8	25.3	84.0	234.1	26.3	80.6	36.6	26.8	82.5	14.5	26.4	84.9	86.8
Julio	25.5	88.1	17.9	25.4	90.4	186.5	25.1	85.9	5.4	27.1	87.5	29.8	26.1	86.1	16.8	27.2	85.3	75.0	27.2	86.5	27.3	25.2	88.4	64.8	26.1	87.3	52.9
Agosto	25.6	85.3	91.1	25.9	88.8	126.9	27.6	80.9	43.8	27.8	85.2	86.0	26.9	83.8	88.3	28.3	81.4	33.4	27.5	83.2	15.2	26.6	84.1	45.8	27.0	84.1	66.3
Septiembre	26.4	85.3	294.4	26.4	87.6	202.7	27.3	80.7	28.4	27.6	88.2	53.9	28.2	82.5	40.9	27.5	82.5	171.4	28.3	84.0	67.8	27.8	82.6	83.1	27.4	84.2	117.8
Octubre	28.1	83.7	59.1	27.4	88.0	132.0	28.4	86.7	213.5	28.7	87.1	161.0	28.1	86.5	172.9	27.8	85.8	177.1	28.8	84.8	170.9	27.6	85.4	75.8	28.1	86.0	145.3
Noviembre	27.8	82.3	56.6	26.9	89.1	221.3	28.4	85.7	137.4	28.2	87.3	210.0	28.2	87.3	136.0	27.7	86.0	153.8	28.6	83.3	94.2	27.3	87.7	173.1	27.9	86.1	147.8
Diciembre	27.4	82.9	243.4	27.4	84.0	240.7	27.7	83.6	300.4	28.3	83.8	137.3	28.2	83.4	170.3	27.7	79.8	88.6	28.5	77.4	84.9	27.4	82.6	98.3	27.8	82.2	170.5

Fuente: Elaboración propia, con datos de la Estación Climatológica Principal UNU (2010)

HR: Humedad relativa (porcentaje)

PP: Precipitación (mm)

T: Temperatura (C °)

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Identificación y descripción de la especie comúnmente conocida como palo rosa de las comunidades de Puerto Bermúdez

3.2.1.1. Georreferenciación de árboles

Se realizó la visita a las comunidades nativas Santa Rosa, San José de Azupizú y El Milagro del distrito de Puerto Bermúdez en la provincia de Oxapampa – Pasco; en las cuales, con la guía de los comuneros se realizó recorridos y se ubicó los árboles que comúnmente conocen como palo rosa. Se realizó la georreferenciación de dichos árboles, mediante el uso de un Sistema de Posicionamiento Global – GPS.

3.2.1.2. Colecta de muestras botánicas e identificación taxonómica

Se hicieron colecciones botánicas de los árboles encontrados, se hizo el preservado, el prensado, el secado y el montaje de muestras, según metodología descrita por Rodríguez y Rojas (2002).

La identificación del material botánico se realizó de acuerdo a la metodología de Radford *et al.* (1974), que consistió en la utilización de claves taxonómicas, comparación con especímenes existentes, revisión de material bibliográfico especializado y se envió el material al Herbario MOL de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina para su respectiva identificación.

3.2.2. Prendimiento inicial de plantaciones de *Aniba rosaeodora* en las comunidades de Puerto Bermúdez

3.2.2.1. Obtención y traslado de plantones de *Aniba rosaeodora*

Los plantones se obtuvieron en la localidad de Tamshiyacu, distrito de Fernando Lores, provincia de Maynas – Loreto. Estos plantones han sido producidos en bolsas de polietileno, mediante semillas botánicas procedentes de árboles selectos de la Asociación Aromas Amazónicos, ubicada en la localidad de Tamshiyacu.

Para su traslado, fueron acondicionados en cajas de madera de 30x40x20 cm, con capacidad de 30 plántones por caja. Primeramente, se trasladó desde el vivero de Tamshiyacu hacia el Puerto de la misma localidad, luego hacia la ciudad de Iquitos mediante transporte fluvial (bote motor), desde el puerto de Iquitos se trasladó en una embarcación fluvial (lancha) hacia la ciudad de Pucallpa y de Pucallpa se trasladó mediante transporte terrestre (camioneta) hasta Puerto Bermúdez; finalmente de Puerto Bermúdez se trasladó mediante transporte fluvial (bote motor) hacia las comunidades de San José de Azupizú, Santa Isidora y Puerto Pascuala para su instalación en campo definitivo (Anexo 4). Siendo el tiempo total de transporte desde que los plántones fueron obtenidos en el vivero (Tamshiyacu) hasta su instalación en campo definitivo (comunidades nativas de Puerto Bermúdez) de 14 días.

La cantidad total de plántones adquirida en Tamshiyacu fue de 1,100 plántones, de los cuales se tuvo una pérdida de 26 plántones (2.4 por ciento) debido a deterioro por carga y descarga, 20 en la ruta Tamshiyacu - Pucallpa y 06 en la ruta Pucallpa – Comunidades Nativas de Puerto Bermúdez.

De los 1,074 plántones restantes, 894 fueron instalados en campo definitivo en las comunidades nativas de San José de Azupizú, Santa Isidora y Puerto Pascuala del distrito de Puerto Bermúdez; mientras que 180 fueron empleados para los ensayos de sub irrigación en Pucallpa.

3.2.2.2. Plantación

La instalación de plántones fue realizada por el tesista juntamente con los propietarios de cada parcela, a un distanciamiento de 10 m x 10 m Se realizó la plantación de 894 plántones de *A. rosaeodora* procedentes de Tamshiyacu (Loreto), estas fueron sembradas en pan de tierra, en sistemas agroforestales con yuca y plátano existentes en 11 parcelas, distribuidas en las comunidades de San José de Azupizú, Santa Isidora y Puerto Pascuala del distrito Puerto Bermúdez del valle del Pichis (Tabla 4).

Tabla 4. Instalación de plántones de *A. rosaeodora*

Comunidad	Especie	Beneficiario	Nº de plantas
San José de Azupizú	<i>Aniba rosaeodora</i>	Héctor Hereña	50
San José de Azupizú	<i>Aniba rosaeodora</i>	Luis Carrión	50
San José de Azupizú	<i>Aniba rosaeodora</i>	Toribio Composuri	100
San José de Azupizú	<i>Aniba rosaeodora</i>	Damián Gonzales	97
Santa Isidora	<i>Aniba rosaeodora</i>	Basilio Segundo	50
Santa Isidora	<i>Aniba rosaeodora</i>	Beatriz Castillo	50
Santa Isidora	<i>Aniba rosaeodora</i>	Bruli Carrión	50
Santa Isidora	<i>Aniba rosaeodora</i>	Néstor Soto	50
Santa Isidora	<i>Aniba rosaeodora</i>	Mauro Soto	100
Puerto Pascuala	<i>Aniba rosaeodora</i>	Cornelio Sharisho	149
Puerto Pascuala	<i>Aniba rosaeodora</i>	Hugo Silva	148
TOTAL			894

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3. Evaluación del prendimiento

Luego de 35 días de instalados se realizó la evaluación de prendimiento inicial, tomando en cuenta su mortalidad y supervivencia. Para lo cual se visitó 08 de las 11 parcelas instaladas, realizándose el conteo de todas las plantas instaladas en cada parcela y clasificándolas en plantas vivas y muertas.

3.2.3. Comportamiento de la especie *Aniba rosaeodora* a la propagación vegetativa mediante el uso de cámara de sub irrigación

3.2.3.1. Instalación de huerto yemero

De los 1,074 plántones de *A. rosaeodora* trasladados desde la localidad de Tamshiyacu, distrito de Fernando Lores, provincia de Maynas – Loreto, 180 fueron empleados para los ensayos de sub irrigación en el vivero del IIAP de Ucayali; se instaló los 100 mejores plántones en el huerto yemero, mientras que 80 fueron conservadas para el recalce en casos de mortandad. Durante la plantación se procuró evitar el contacto directo de las raíces con las manos. Las plántulas tuvieron una altura promedio de 35 cm, un diámetro promedio de 8 mm, fueron instaladas en hoyos de 20 cm de profundidad y 20 cm de diámetro y a una densidad de 25 cm x 40 cm. En cada hoyo se incorporó el sustrato enriquecido constituido por una mezcla de tierra agrícola y gallinaza en proporción 2:1, más 10 g de dolomita (CaMg[CO₃]₂), 10 g de urea (CO(NH₂)₂), 10 g cloruro de potasio (KCl) y 10 g de

superfosfato triple ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$). Terminada la plantación se instaló una malla sarán con 100 por ciento de sombra.



Figura 6. Instalación de huerto yemero en el IIAP – Pucallpa: a) siembra de plántones, b) riego

3.2.3.2. Instalación de ensayos en cámaras de subirrigación

a. Datos generales del ensayo

➤ **Nivel de investigación:**

Básico

➤ **Tipo de investigación:**

Causal – Experimental

➤ **Diseño metodológico:**

En el presente estudio se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) bifactorial. El primer factor constó de tres (03) tipos de estaquilla, el segundo factor de cuatro (04) dosis de AIB, en tres (03) repeticiones y seis (06) estacas por unidad experimental (total de 36 unidades experimentales), obteniéndose $3 \times 4 \times 3 \times 6$ (216) observaciones individuales, correspondiente a 216 estaquillas de palo rosa.

Tipo de estaquilla	Concentración de hormona AIB	Tratamientos
T1: Apical	D1: Testigo (0 ppm)	3T x 4 D = 12
T2: Media	D2: 2000 ppm	
T3: Basal	D3: 4000 ppm	
	D4: 8000 ppm	

Tabla 5. Tratamientos del ensayo

Tratamiento	Código	Descripción del tratamiento
1	T1-D1	Apical – 0 ppm
2	T1-D2	Apical – 2000 ppm
3	T1-D3	Apical – 4000 ppm
4	T1-D4	Apical – 8000 ppm
5	T2-D1	Media – 0 ppm
6	T2-D2	Media – 2000 ppm
7	T2-D3	Media – 4000 ppm
8	T2-D4	Media – 8000 ppm
9	T3-D1	Basal – 0 ppm
10	T3-D2	Basal – 2000 ppm
11	T3-D3	Basal – 4000 ppm
12	T3-D4	Basal – 8000 ppm

Tabla 6. Croquis experimental

		TRATAMIENTOS												
REPET 1		3	2	1	11	6	7	12	8	5	9	4	10	
		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
REPET 2		4	9	10	8	7	1	5	6	11	12	2	3	
		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
REPET 3		6	1	12	5	4	11	7	2	3	9	10	8	
		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	

Tabla 7. Modelo de ANVA para DCA con fuente de variación, suma de cuadrados, grados de libertad, cuadrado medio y valor de F

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Tipo de estaquilla (A)	$SCF = \sum_{i=1}^a \frac{(y_{i..})^2}{n_{i.}} - \frac{(y_{...})^2}{n..}$	$gla = a-1$	$CMA = \frac{SCA}{gla}$	$\frac{CMA}{CMD}$
Dosis de AIB (B)	$SCC = \sum_{j=1}^b \frac{(y_{.j.})^2}{n_{.j}} - \frac{(y_{...})^2}{n..}$	$glb = b-1$	$CMB = \frac{SCB}{glb}$	$\frac{CMB}{CMD}$
Interacción AB	$SCAB = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{(y_{ij.})^2}{n_{ij}} - \frac{(y_{...})^2}{n..}$	$glab = (a-1)(b-1)$	$CMAB = \frac{SCAB}{glab}$	$\frac{CMAB}{CMD}$
Dentro (Error experimental)	$SCD = SCT - SCA - SCB - SCAB$	$gld = glt - gla - glb - glab$	$CMD = \frac{SCD}{gld}$	
Total	$SCT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^{n_{ij}} y_{ijk}^2 - \frac{(y_{...})^2}{n..}$	$glt = n..-1$		

Modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + D_j + (TD)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = es el valor de la variable dependiente (porcentaje de enraizamiento, número de raíces promedio, longitud de raíz promedio, porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de brotación, porcentaje de callosidad, longitud de brotes promedio) en el i-ésimo nivel de tipo de estaquilla, de la j-ésima dosis de AIB y k-ésima repetición.

μ = media general

T_i = representa el efecto de i-ésimo tipo de estaquilla.

D_j = representa el efecto de j-ésima dosis de AIB.

TD_{ij} = efecto de la interacción de i-ésimo tipo de estaquilla y j-ésima dosis AIB.

ϵ_{ijk} = término de error i.i.d. normal con media 0 y varianza constante.

b. Población y muestra

La población la representa las estacas de *A. rosaedora* donde se obtendrá el material vegetativo, mientras que las 216 estacas juveniles son la muestra.

c. Descripción del experimento

➤ Construcción y características del propagador

El propagador utilizado está basado en un diseño realizado por Howland (1975), modificado por Leakey y Longman (1988), con nuevas modificaciones realizadas a la luz de las experiencias en el CATIE (Leakey *et al.* 1990). Para su construcción se utilizó un marco de madera forrado con un plástico resistente, para la retención del agua y la conservación de humedad. En el fondo del propagador se colocó una capa fina de arena de 1-2cm (para prevenir la ruptura del plástico) y una capa de piedras gruesas de 6-10 cm (diámetro) hasta una altura de 10-15 cm (Figura 7).

Las piedras fueron cubiertas con una capa de grava hasta una altura de 20 cm. Finalmente se colocó la última capa de 5 cm de espesor, compuesta por arena fina (0.1-0.2 mm), y se adicionó agua hasta una altura de 20 cm (hasta la base del sustrato). Para observar el nivel del agua o para adicionar más agua si es necesario, se utilizó un pequeño cilindro (plástico) insertado verticalmente a través de las diferentes capas. El marco se cubrió con una tapa, también forrada de plástico, para lograr un ajuste y en lo mejor posible evitar la pérdida de humedad. Varias divisiones internas proporcionan soporte adicional al marco, y a la vez permiten la evaluación de sustratos diferentes dentro del mismo propagador.



Figura 7. Propagador de subirrigación

➤ **Preparación del Sustrato**

Se utilizó como sustrato arena fina (0.1 a 0.2 mm), para lo cual se adquirió arena de río, la misma que fue tamizada especialmente para obtener la granulometría correcta. La arena se caracteriza por su tendencia a secarse, baja fertilidad, no almacena nutrientes, alta porosidad, rápida percolación, necesita frecuentes aportes de nutrientes. La desinfección de la arena, se realizó con vapor de agua, para lo cual se colocó en costales de 5 kilos, en un cilindro con una parrilla intermedia, por una hora en el vapor de agua; luego se dejó enfriar y se colocó en la cámara de sub irrigación.

➤ **Recolección y preparación de las estaquillas**

Las estaquillas de palo rosa se obtuvieron de los segmentos del tallo principal a partir de los plántones de siete meses de edad, instalados y manejados en el huerto yemero del IIAP Ucayali. Los plántones fueron cortados y dimensionados en pequeños segmentos denominados estaquillas, definidos por los entrenudos (Figura 8).

Se procedió a cortar las estaquillas, con longitudes de 8 a 12 cm, protegiéndolas del estrés fisiológico que puedan sufrir durante la extracción, para lo cual se realizó los cortes en horas de la mañana (5:30 – 6:30), empleando tijeras de podar desinfectadas en alcohol (96 por ciento) y se colocó inmediatamente en un recipiente con agua, para luego ser cortados en dimensiones de entre 4 a 5 cm antes de la siembra. Los cortes se realizaron de forma horizontal, justo encima de un nudo, conservando parte de la hoja por ser esta la fuente de asimilados, auxinas y otras sustancias, vitales para el enraizamiento, además de mantener la capacidad de seguir fotosintetizando. Luego se procedió a colocar las estaquillas en una solución desinfectante, compuesta de 30 g de Oxidocloruro de Cobre (Cupravit) disueltas en 10 lt de agua (0.3 por ciento), por 15 minutos. Siendo escurridas en una malla plástica por 10 minutos sobre un ambiente de sombra (60 por ciento). Con el fin de utilizar los mejores materiales de estaquillas se procedió a realizar el control de calidad, descartando todas aquellas estaquillas que presentaron algún defecto.

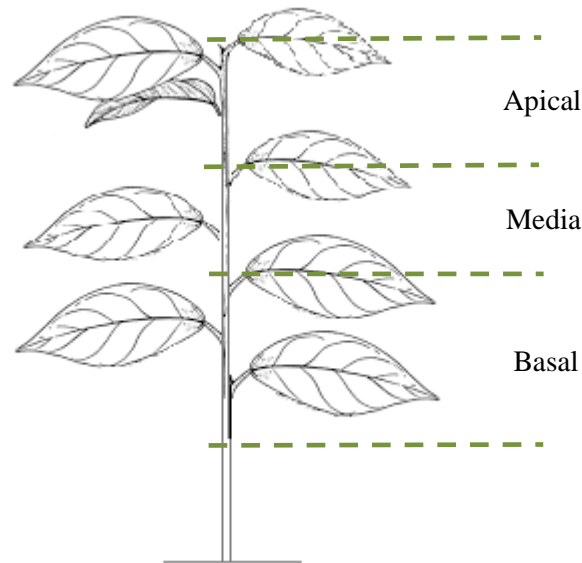


Figura 8. Esquema de la obtención de los tres tipos de estaquillas

➤ **Aplicación de hormona AIB**

El método utilizado es mediante la inmersión de la base de las estacas en la solución constante y conocida de AIB, disuelto en alcohol puro (96 por ciento) como solvente, siendo aplicado a la base de cada estaca durante 3 a 5 segundos y luego se provocó la evaporación inmediata del alcohol a través de una corriente de aire frío generada por un ventilador, durante 20 segundos. Esta técnica permite controlar exactamente la cantidad y dosis aplicada a diferentes estacas, independientemente de su diámetro, pubescencia, tasa de transpiración, etc.

➤ **Siembra de estaquillas en cámara de subirrigación**

La siembra de las estaquillas se realizó con mucho cuidado, haciendo hoyos de aproximadamente 2 cm de profundidad y a 5 x 5 cm de distanciamiento entre hoyos, colocándolos dentro presionando el medio alrededor de la estaca, evitando introducir la estaca a presión dentro del sustrato para no dañar los delicados tejidos en el corte (Figura 9).



Figura 9. Siembra de estaquillas de *Aniba rosaeodora* en el propagador

➤ **Cuidados durante el periodo de propagación**

Cuando las estacas fueron establecidas dentro del propagador se realizó el riego de las hojas con agua utilizando una mochila de fumigar con gota fina. La tapa se mantuvo cerrada para evitar descensos de humedad relativa dentro del propagador.

Se estableció inspecciones regulares para detectar y corregir problemas patológicos, eliminar hojas caídas o estacas con síntomas de necrosis que pueden ser foco de infección, para observar y mantener el nivel de agua y para observar el avance en el proceso de enraizamiento. Con el fin de mantener turgente el agua y favorecer el proceso de enraizamiento, cada vez que se abría la tapa del propagador se rociaba con agua, especialmente después de periodos de alta temperatura. Es importante destacar que el medio de siembra de las estacas, recibían abono foliar y adherente foliar cada 8 días, y aplicación de fungicidas una vez al mes, lo cual facilitaba la sobrevivencia y la nutrición de la nueva plántula.

➤ **Toma de datos meteorológicos**

Se tomaron los datos bioclimáticos al interior de la cámara de subirrigación (temperatura media, humedad relativa, radiación lumínica y temperatura de sustrato); además de los datos climáticos durante el tiempo que duró el experimento, entre ellos están la temperatura máxima (T° máx.), temperatura mínima (T° min.), temperatura media (T° med.) y de precipitación promedio mensual (mm).

➤ **Condiciones ambientales en la cámara de sub-irrigación**

El procedimiento seguido para la evaluación de los datos climáticos fue controlar de forma diaria la temperatura y la humedad relativa en el interior de la cámara propagadora, durante las nueve semanas del experimento, expresadas en promedios diarios, se midió también a las mismas horas la intensidad de luz (luxes) sobre la cámara.

En la Figura 10, se observa la variación de los valores en la temperatura media interna (23 – 36.6 °C) y humedad relativa (65 – 84.6 por ciento) en el interior de la cámara. Las curvas que se observan en esta figura, demuestran que la humedad relativa y la temperatura no fueron homogéneas y van en direcciones opuestas, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa y a medida que disminuye la temperatura aumenta la humedad relativa; sin embargo, en el caso de la temperatura media interna, durante el mayor tiempo del experimento se mantuvo por debajo de los 30 °C (con un pico de un día que llegó a los 36.6 °C, extremo que fue controlado rápidamente, donde solo durante el 10 por ciento del tiempo del experimento la temperatura llegó hasta los 33 °C) y la humedad relativa estuvo por encima de 65 por ciento. Henríquez (2004), menciona que la temperatura, en lo posible debe mantenerse entre 27 y 29 °C tratar de no pasar de 30°C. Para el caso del palo rosa es una especie que puede adaptarse a condiciones de temperatura extrema (plena luz) y parcial (sombra parcial), tal como manifiesta Sampaio *et al.* (1987), que el palo rosa crece bien a plena luz y en sombra parcial, que fue lo que causó la nula afectación de las plantas en el día 53 (total 64 días), a 11 días de culminación del experimento. La humedad relativa debe mantenerse alta; entre 60 y 80 por ciento aproximadamente para evitar la deshidratación del material vegetal, especialmente en el caso de estaquillas verdes o herbáceas.

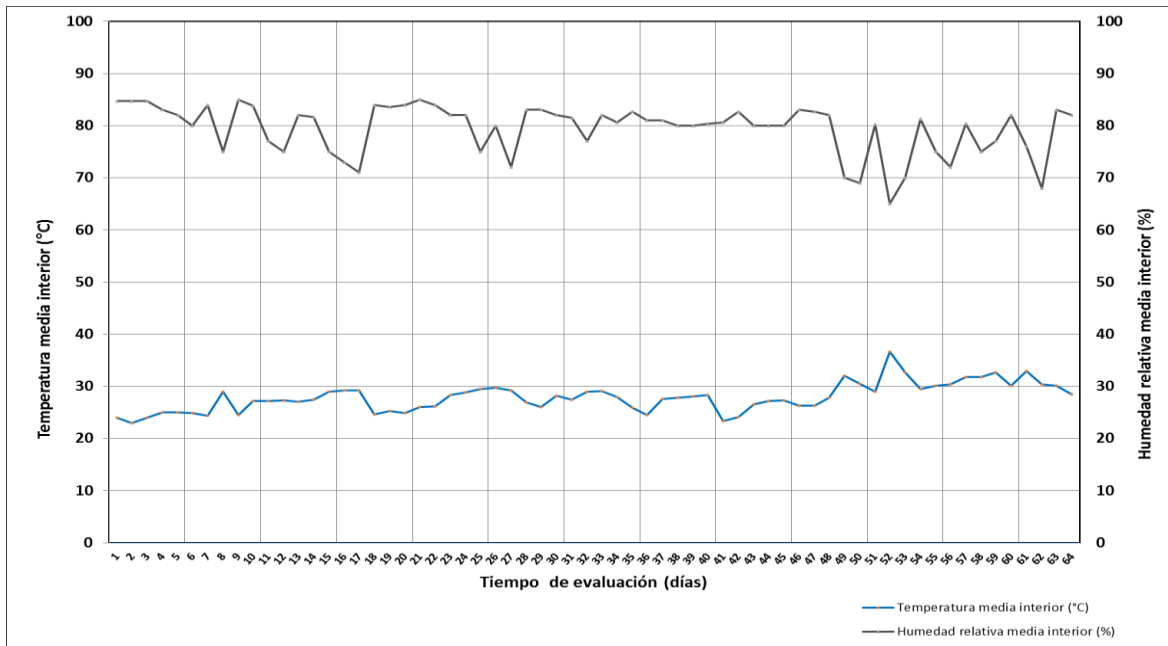


Figura 10. Variación de la temperatura media y humedad relativa media al interior de la cámara de sub irrigación durante los días evaluados

En el gráfico anterior los datos climáticos (temperatura y la humedad relativa) se compararon en función del tiempo de evaluación, en el que se controló de forma diaria el comportamiento de las variables climáticas en el interior de la cámara propagadora, durante las nueve semanas del experimento. En la Figura 11, se observa el gráfico de la variación de la temperatura media interna (23 – 36.6 °C) y la humedad relativa media (65 – 84.6 por ciento) al interior de la cámara en función de la intensidad lumínica, en el que se muestra que a medida que aumentan los valores de intensidad lumínica, aumenta la temperatura media interna de la cámara. Sin embargo, en cuanto a humedad relativa, a medida que aumentan los valores de intensidad lumínica disminuyen los valores de la humedad relativa.

Las condiciones del microclima en el interior de la cámara de sub-irrigación, fueron apropiados para alcanzar resultados aceptables respecto a promedios en el porcentaje de enraizamiento, sobrevivencia, entre otros factores, del palo rosa.

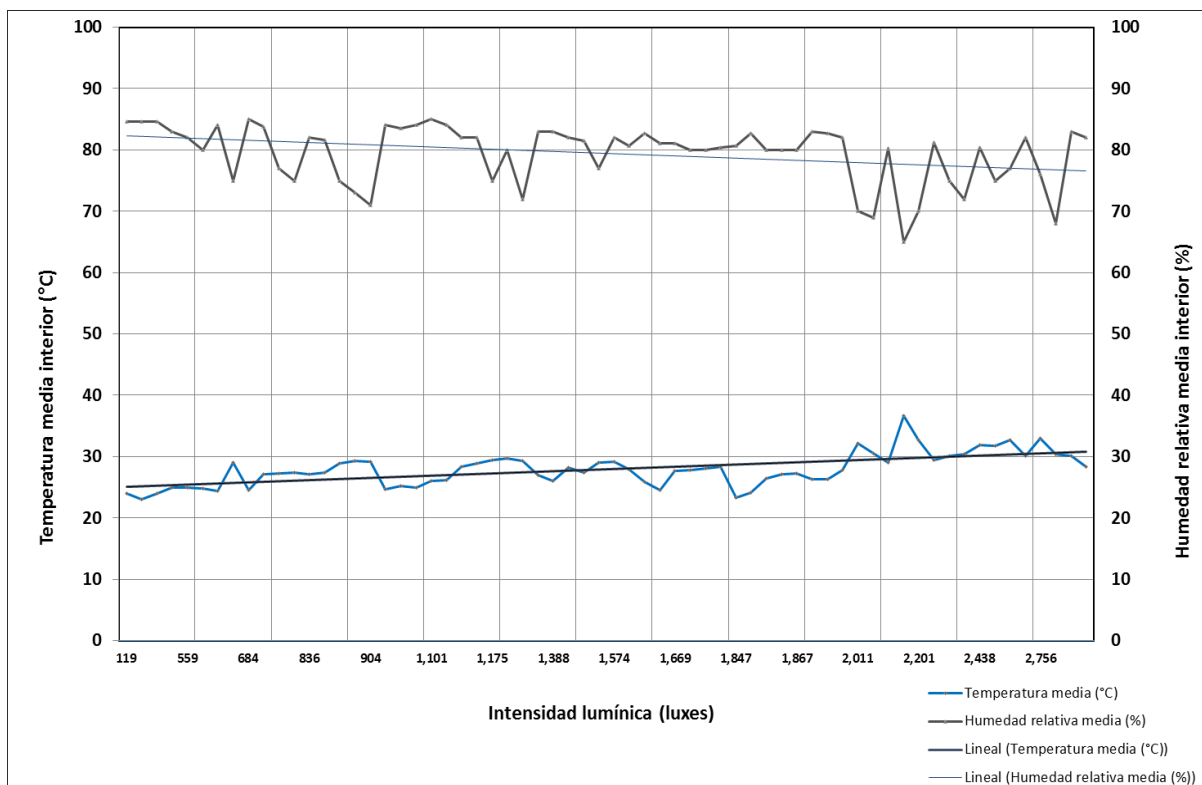


Figura 11. Relaciones entre la temperatura media (°C), humedad relativa media (porcentaje) y la intensidad lumínica, durante 64 días

d. Recolección y procesamiento de datos

El ensayo tuvo una duración de 09 semanas, las evaluaciones se efectuaron semanalmente desde el establecimiento del ensayo, para ello se extrajo al azar una estaquilla por unidad experimental y se revisó los avances en la formación de raíces. Con base a esos resultados se procedió a hacer la evaluación final, en el día 64.

Los datos obtenidos se recolectaron de las evaluaciones, por medio de formularios confeccionados para tal fin (Anexo 1). Estos datos se registraron en una base de datos y posteriormente fueron sistematizados y analizados, de acuerdo con el diseño del experimento.

Se generó una base de datos en el software Microsoft Excel (2016). Previo al análisis, los datos de porcentaje de enraizamiento fueron transformados mediante la fórmula arco seno $\sqrt{x}/100$ (Snedecor y Cochran 1980) y se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) con un nivel de significancia $\alpha=0,05$, de acuerdo a los factores tipo de estaquilla y dosis de AIB,

para cada una de las variables a evaluar, con el respaldo del programa estadístico InfoStat 2010 y prueba múltiple de medias de Bonferroni ($P \leq 0.05$) para analizar las variables de cada parámetro, con el fin de determinar la naturaleza de las diferencias entre los tratamientos.

La interpretación del efecto de los factores se realizó mediante los análisis de varianza y prueba de medias correspondientes basado en las variables porcentaje de enraizamiento, número de raíces promedio, longitud de raíz promedio, porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de brotación, porcentaje de callosidad, longitud de brotes promedio, con la finalidad de determinar el mejor factor e interacción y sus efectos en el enraizamiento de las estaquillas del palo rosa. Para una mejor interpretación de los resultados, se emplearon tablas y figuras.

Hipótesis:

- 1) $H_0: \mu_{TA} = \mu_{TM} = \mu_{TB}$
 H_i : al menos un par de medias de tipo de estaquilla difieren
- 2) $H_0: \mu_{D0} = \mu_{D2000} = \mu_{D4000} = \mu_{D8000}$
 H_i : al menos un par de medias de dosis AIB difieren
- 3) H_0 : No existe interacción entre tipo de estaquilla y dosis AIB
 H_i : Si existe interacción entre tipo de estaquilla y dosis AIB

e. Descripción de las variables evaluadas

➤ Porcentaje de enraizamiento

Se determinó como la relación porcentual, que deriva del número de estaquillas que formaron por lo menos una raíz de 2mm de largo, sobre el número total de estaquillas establecidas en cada tratamiento. Los cálculos se efectuaron empleando la siguiente fórmula:

$$E\% = \frac{N^\circ EE}{N^\circ ET} * 100$$

Donde:

E %: Porcentaje de enraizamiento

N° EE: Número de estaquillas enraizadas

N° ET: Número de estaquillas por tratamiento

➤ **Número de raíces promedio**

Se determinó mediante el conteo directo del número de raíces y la sumatoria de todas las raíces de todas las estaquillas, en base al total de estaquillas instaladas por tratamiento.

Los cálculos se efectuaron empleando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} RP = \frac{\sum N^{\circ} RE}{N^{\circ} ET}$$

Donde:

N° RP: Número de raíces promedio

$\sum N^{\circ} RE$: Sumatoria del Número de raíces de todas las estaquillas

N° ET: Número de estaquillas por tratamiento

➤ **Longitud de raíz promedio**

En primer lugar, se promedia la longitud de raíces que contiene cada estaquilla, mediante la sumatoria de las longitudes de todas las raíces sobre el número de raíces existentes por cada estaquilla.

El cálculo para obtener el promedio de longitud de raíces por estaquilla, se efectuó empleando la siguiente fórmula:

$$L RPE = \frac{\sum L RE}{N^{\circ} RE}$$

Donde:

L RPE: Longitud de raíz promedio por estaquilla (mm)

$\sum L RE$: Sumatoria de la longitud de raíces de cada estaquilla (mm)

N° RE: Número de raíces por estaquilla

Seguidamente se calcula el promedio, mediante la sumatoria de todas las longitudes promedio de las raíces de todas las estaquillas (expresados en milímetros) sobre el número de estaquillas por cada tratamiento.

Los cálculos se efectuaron empleando la siguiente fórmula:

$$L\ RPT = \frac{\sum L\ RPE}{N^{\circ}\ ET}$$

Donde:

L RPT: Longitud de raíz promedio por tratamiento (mm)

\sum L RPE: Sumatoria de las longitudes promedio de raíces de todas las estaquillas de cada tratamiento (mm)

N° ET: Número de estaquillas de cada tratamiento

➤ **Porcentaje de sobrevivencia**

Se determina como la relación porcentual, que deriva del número de estaquillas vivas (entiéndase una estaquilla con una hoja original, con un brote, con una raíz o solo estaquilla aún verde), sobre el número total de estaquillas establecidas por cada tratamiento. Los cálculos se efectuaron empleando la siguiente fórmula:

$$S\% = \frac{N^{\circ}\ EV}{N^{\circ}\ ET} * 100$$

Donde:

S%: Porcentaje de sobrevivencia

N° EV: Número de estaquillas vivas

N° ET: Número de estaquillas por tratamiento

➤ **Porcentaje de brotación**

Se determina como la relación porcentual, que deriva del número de estaquillas con brote (entiéndase una estaquilla con aparición de yemas o hojas tiernas), sobre el número total de estaquillas establecidas por cada tratamiento, sin tomar en cuenta la cantidad de brotes por estaquilla.

Los cálculos se efectuaron empleando la siguiente fórmula:

$$B\% = \frac{N^{\circ} EB}{N^{\circ} ET} * 100$$

Donde:

B %: Porcentaje de brotación

N° EB: Número de estaquillas con brotes de hojas

N° ET: Número de estaquillas por tratamiento

➤ **Porcentaje de callosidad**

Se determina como la relación porcentual, que deriva del número de estaquillas con callo (entiéndase una estaquilla con callo completo, a partir de la formación horizontal de masa blanquecina no elongada, es decir, solo protuberancias en forma de “roseta atrofiada” de 1 mm como mínimo), sobre el número total de estaquillas establecidas por cada tratamiento.

Los cálculos se efectuaron empleando la siguiente fórmula:

$$C\% = \frac{N^{\circ} EC}{N^{\circ} ET} * 100$$

Donde:

C %: Porcentaje de callosidad

N° EC: Número de estaquillas con callo

N° ET: Número de estaquillas por tratamiento

➤ **Longitud de brotes promedio**

En primer lugar, se promedia la longitud de brotes que contiene cada estaquilla, mediante la sumatoria de las longitudes de todos los brotes sobre el número de brotes existentes por cada estaquilla.

El cálculo para obtener el promedio de longitud de brotes por estaquilla, se efectuó empleando la siguiente fórmula:

$$L BPE = \frac{\sum L BE}{N^{\circ} BE}$$

Donde:

L BPE: Longitud de brotes promedio por estaquilla (mm)

\sum L BE: Sumatoria de la longitud de brotes de cada estaquilla (mm)

N° BE: Número de brotes por estaquilla

Seguidamente se calcula el promedio, mediante la sumatoria de todas las longitudes promedio de los brotes de todas las estaquillas (expresados en milímetros) sobre el número de estaquillas por cada tratamiento.

Los cálculos se efectuaron empleando la siguiente fórmula:

$$L\ BPT = \frac{\sum L\ BPE}{N^{\circ}\ ET}$$

Donde:

L BPT: Longitud de brotes promedio por tratamiento (mm)

\sum L BPE: Sumatoria de las longitudes promedio de brotes de todas las estaquillas de cada tratamiento (mm)

N° ET: Número de estaquillas de cada tratamiento

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE COMÚNMENTE CONOCIDA COMO PALO ROSA DE LAS COMUNIDADES DE PUERTO BERMÚDEZ

4.1.1. Árboles encontrados

En las comunidades nativas del distrito de Puerto Bermúdez se encontró 19 individuos de la especie comúnmente conocida como palo rosa.

En la Comunidad Nativa El Milagro se ubicó y georreferenció 10 individuos, de los cuales 06 cumplían las condiciones para ser semilleros; mientras que en la en la Comunidad Nativa de San José de Azupizú se ubicó y georreferenció 08 individuos, de los cuales 05 eran tocones con 5 a 10 rebrotes cada uno, ubicados dentro de una parcela agrícola con cultivo de *Manihot sculenta* (yuca). Asimismo, en la comunidad Santa Rosa se encontró 01 árbol el cual también cumplía la condición de semillero (Tabla 8).

Tabla 8. Árboles de *Aniba muca* (palo rosa) encontrados en el valle del Pichis

Código	Coordenadas UTM		Alt (msnm)	DAP (menor)	DAP (mayor)	Altura (m)	Habitad	CC. NN.	Semillero
EM01	498406	8884545	274	37	52	15	Bosque Primario Intervenido	El Milagro	SI
EM02	499351	8882444	259	50	56	25	Bosque Primario Intervenido	El Milagro	SI
EM03	498973	8882037	277	70	80	26	Bosque Primario Intervenido	El Milagro	NO
EM04	499104	8881880	270	42	42	25	Bosque Primario Intervenido	El Milagro	SI
EM05	498552	8881596	299				Bosque Primario Intervenido	El Milagro	NO
EM06	498552	8881596	299				Bosque Primario Intervenido	El Milagro	NO
EM07	497851	8881128	272	58	60	21	Bosque Primario Intervenido	El Milagro	SI
EM08	491226	8881060	269	54	54	21	Bosque Primario Intervenido	El Milagro	SI
EM09	498159	8880644	266	45	64	17	Bosque Primario Intervenido	El Milagro	NO
EM10	499839	8882055	285	46	48	20	Bosque Primario Intervenido	El Milagro	SI
SJ01	509985	8851155	287				Bosque Secundario	San José	NO
SJ02	509971	8851292	285				Bosque Secundario	San José	NO
SJ03	509930	8851280	269				Bosque Secundario	San José	NO
SJ04	509909	8850908	288				Parcela agrícola	San José	NO
SJ05	509906	8850856	287				Parcela agrícola	San José	NO
SJ06	509878	8850863	286				Parcela agrícola	San José	NO
SJ07	509884	8850885	286				Parcela agrícola	San José	NO
SJ08	509884	8850885	286				Parcela agrícola	San José	NO
SR01	499251	8856040	537	57	61	16	Pastizal	Santa Rosa	SI

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

4.1.2. Identificación taxonómica

Se determinó que las muestras colectadas e identificadas en el herbario MOL de la Universidad Nacional Agraria La Molina, procedentes de las Comunidades Nativas El Milagro y San José de Azupizú del distrito de Puerto Bermúdez, comúnmente conocidas como palo rosa, corresponden a *Aniba muca* (R. & P.) Mez de la familia Lauraceae (Anexo 2).

4.1.3. Descripción dendrológica

Las características de los árboles encontrados se pueden describir del siguiente modo: árboles que alcanzan alturas superiores a 25 m, los diámetros de copa alcanzan hasta los 13 m de diámetro, en forma de círculo irregular. El tronco es cilíndrico casi recto y los diámetros de fuste (diámetro a la altura del pecho) alcanzan hasta los 80 cm. Hojas coriáceas entre 3 a 4 cm de ancho y 10 a 13 cm de largo, ápice acuminado. Los frutos son drupas cónicas de color verde oscuro, tornándose hacia el color negro con la madurez, alcanzan entre 2.50 a 3.30 cm de longitud. Inflorescencias con flores de color amarillo (Figura 12).



Figura 12. (a) Fuste de árbol; (b) Muestra con hojas y flor y (c) Muestra de fruto de *Aniba muca*, C.N. El Milagro – Puerto Bermúdez

4.1.4. Otros datos de campo

Se ha observado que los frutos maduros son comidos por aves, ya que en su mayoría caen solamente los restos, esto genera que la regeneración natural sea escasa; además, se encontró que los frutos durante su desarrollo, hasta la maduración sufren el ataque de loros e insectos, produciendo incluso que se generen deformaciones en los frutos (Figura 13). Esto es coincidente con Spironello *et al.* (2004) quienes en una investigación realizada en una plantación de palo rosa ubicada en la Reserva Forestal Ducke, encontraron que de los frutos producidos el 39.5 por ciento son abortos; de los frutos buenos, el 42.25 por ciento fueron removidos por tucanes y de lo restante el 81.5 por ciento contenía el ataque de larvas de insectos (5 por ciento no viable) y el 18 por ciento no mostró signos de ataque (el 4 por ciento se secó en el árbol) y un 0.5 por ciento fueron depredados, incluso en la fase inmadura, por vertebrados (loros y ratas).



Figura 13. Fruto de *Aniba muca* atacado por insectos, C.N. El Milagro – Puerto Bermúdez

La especie encontrada en las comunidades del valle del Pichis corresponde a *Aniba muca*, las cuales también han sido reportadas en el departamento de Ucayali (Inga 2003). Los individuos encontrados de la especie *A. muca* se encuentran en bosques intervenidos o en pastizales, y amenazados por la tala con fines maderables al ser confundidos con moena amarilla (*Nectandra sp.*). En algunos casos, los árboles de esta especie son conservados por

algunos comuneros que ya tienen conocimiento sobre su importancia en la producción de aceite; muchos de los individuos, caen por efectos del viento (Figura 14).



Figura 14. Tocón de árbol de *Aniba muca* caído por efectos del viento, C.N. El Milagro – Puerto Bermúdez

Según manifestaciones de los comuneros, en las comunidades del Valle del Pichis en décadas pasadas se extraía aceite de palo rosa, lo que podría indicar que se trataría de la especie *Aniba muca*. Sin embargo, no se conoce exactamente las concentraciones de linalool en *Aniba muca*, evidenciando una necesidad de investigación, que contribuya a aclarar no solo aspectos relacionados al potencial de la producción de aceite de esta especie; y de encontrarse concentraciones de linalool similares a las de *Aniba rosaeodora*, se tendría la posibilidad de contrarrestar el aprovechamiento selectivo de una sola especie. Es importante destacar que, aunque se desconoce la concentración de aceite esencial, la población indica que el árbol conocido comúnmente como “palo rosa” es decir, *Aniba muca* es capaz de aportar el aceite esencial.

Aniba muca, podría tratarse de una especie potencialmente capaz de aportar con aceite esencial, tal como sucede con la especie *Aniba duckei* Kostermans en Brasil, que según estudios realizados confirman la presencia de linalool en concentraciones de 72,3 y 78,1 por ciento en el aceite esencial extraído de hojas secas y ramitas, respectivamente (Da Silva 2000); y que también atraviesa la misma problemática que *Aniba rosaeodora*, que debido a las irregularidades de floración, fructificación y la gran depredación de frutos por loros, el suministro regular de semillas se ve comprometido y existe la necesidad de investigar nuevas formas de propagar la especie (Sampaio y De La Cruz 1979).

4.2. PRENDIMIENTO INICIAL DE PLANTULAS DE *Aniba rosaeodora* EN LAS COMUNIDADES DE PUERTO BERMÚDEZ

Luego de 35 días de plantadas las plántulas provenientes de Loreto, en los terrenos de las comunidades, se realizó la evaluación del prendimiento inicial de estas, lográndose evaluar una muestra del 55.6 por ciento (497 plantas de 894). De ellas, hubo una mortandad del 6.04 por ciento (30 plantas) y una sobrevivencia de 93.96 por ciento (467 plantas) (Tabla 9, Figura 15), lo que demuestra que la respuesta de las plantas al prendimiento inicial en la zona fue muy buena. Este resultado es superior a observaciones realizadas por Inga (2003), quien obtuvo únicamente 5 por ciento de sobrevivencia de regeneración natural de *Aniba muca* recolectada y trasladado desde la cuenca del río Sheshea al vivero del Comité de Reforestación de Pucallpa. Asimismo, Cortegano (2006), empleando plántulas de regeneración natural de *Aniba rosaeodora*, en Tamshiyacu, obtuvo 32.6 por ciento de sobrevivencia en plántulas sembradas a campo abierto a raíz desnuda.

Tabla 9. Evaluación de *A. rosaeodora* a los 35 días de sembrados

Comunidad	Beneficiario	Plantas sembradas	Plantas vivas	Plantas muertas	Porcentaje de sobrevivencia	Porcentaje de mortandad
San José de Azupizú	Héctor Hereña	50	44	6	88.00	12.00
San José de Azupizú	Luis Carrión	50	50	0	100.00	0.00
San José de Azupizú	Toribio Composuri	100	95	5	95.00	5.00
San José de Azupizú	Damián Gonzales	97	95	2	97.94	2.06
Santa Isidora	Basilio Segundo	50	43	7	86.00	14.00
Santa Isidora	Beatriz Castillo	50	44	6	88.00	12.00
Santa Isidora	Bruli Carrión	50	50	0	100.00	0.00
Santa Isidora	Néstor Soto	50	46	4	92.00	8.00
TOTAL		497	467	30	93.96	6.04

Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Prendimiento inicial de *A. rosaeodora*, a 35 días de instaladas (a) C.N. Santa Isidora – Puerto Bermúdez, (b) C.N. San José de Azupizú – Puerto Bermúdez

Estos resultados indican que, a los 35 días de instalada, la plantación resultó exitosa, lo cual muestra que, a pesar de que se ha trasladado por un tiempo total de 14 días, desde que las plantas fueron extraídas del vivero de Tamshiyacu (Loreto) hasta la siembra en campo

definitivo en las comunidades (Puerto Bermúdez), se ha logrado adaptar en las comunidades. Sin embargo, debido a la situación financiera no fue posible ampliar el tiempo del estudio o tener más evaluaciones periódicas del crecimiento de estas plantaciones.

4.3. COMPORTAMIENTO DE LA ESPECIE *Aniba rosaeodora* A LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA MEDIANTE EL USO DE CÁMARA DE SUB IRRIGACIÓN

4.3.1. Porcentaje de enraizamiento

El análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de enraizamiento de estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días de haberse instalado en cámara de enraizamiento (Tabla 10), muestra que el Tipo de estaquilla y Dosis de AIB han influenciado estadísticamente de forma significativa ($p \leq 0.05$); al igual que en la interacción (Tipo estaquilla * Dosis AIB). Esto quiere decir que, el Tipo de estaquilla, la Dosis de AIB y la interacción (Tipo estaquilla * Dosis AIB) influyen directamente sobre los patrones de enraizamiento de las estaquillas de palo rosa.

Tabla 10. Análisis de varianza del porcentaje de enraizamiento para las estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días en la cámara de enraizamiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	<i>p</i> -valor
Modelo	40192.59	11	3653.87	23.82	0.0001
Tipo de estaquilla	6181.48	2	3090.74	20.15	0.0001
Dosis de AIB	20725.93	3	6908.64	45.04	0.0001
Tipo de estaquilla*Dosis AIB	13285.19	6	2214.20	14.44	0.0001
Error	31288.89	204	153.38		
Total	71481.48	215			

Tabla 11. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de tipo de estaquilla (A) y dosis de AIB (B) en el porcentaje de enraizamiento de *A. rosaeodora*

Tipo de estaquilla (A)	Dosis AIB (B)				Promedio
	4000 ppm	8000 ppm	2000 ppm	0 ppm	
Basal	44.44 A	35.56 AB	11.11 D	0.00 E	22.78 (A)
Media	27.78 BC	22.22 BCD	0.00 E	11.11 D	15.28 (B)
Apical	11.11 D	11.11 D	16.67 CD	0.00 E	9.72 (C)
Promedio	27.78 (A)	22.96 (A)	9.26 (B)	3.70 (B)	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La prueba de Bonferroni ($p < 0.05$) para el porcentaje de enraizamiento, respecto del tipo de estaquilla, indica que las estaquillas obtenidas de la parte basal son significativamente superiores (Tabla 11), frente a los tipos de estaquilla de las partes media y apical (Figura 16).

Un estudio realizado por Sampaio *et al.* (1987) revelaron que las estacas de palo rosa *Aniba rosaeodora*, obtenidas de ramas terminales (apicales) obtuvieron una media 57.32 por ciento; sin embargo, al utilizar ramas laterales (media y basal), obtuvieron hasta una media de 74.98 por ciento de enraizamiento, lo cual indica que las ramas laterales tengan mejores opciones en cuanto a la propagación vegetativa de la especie.

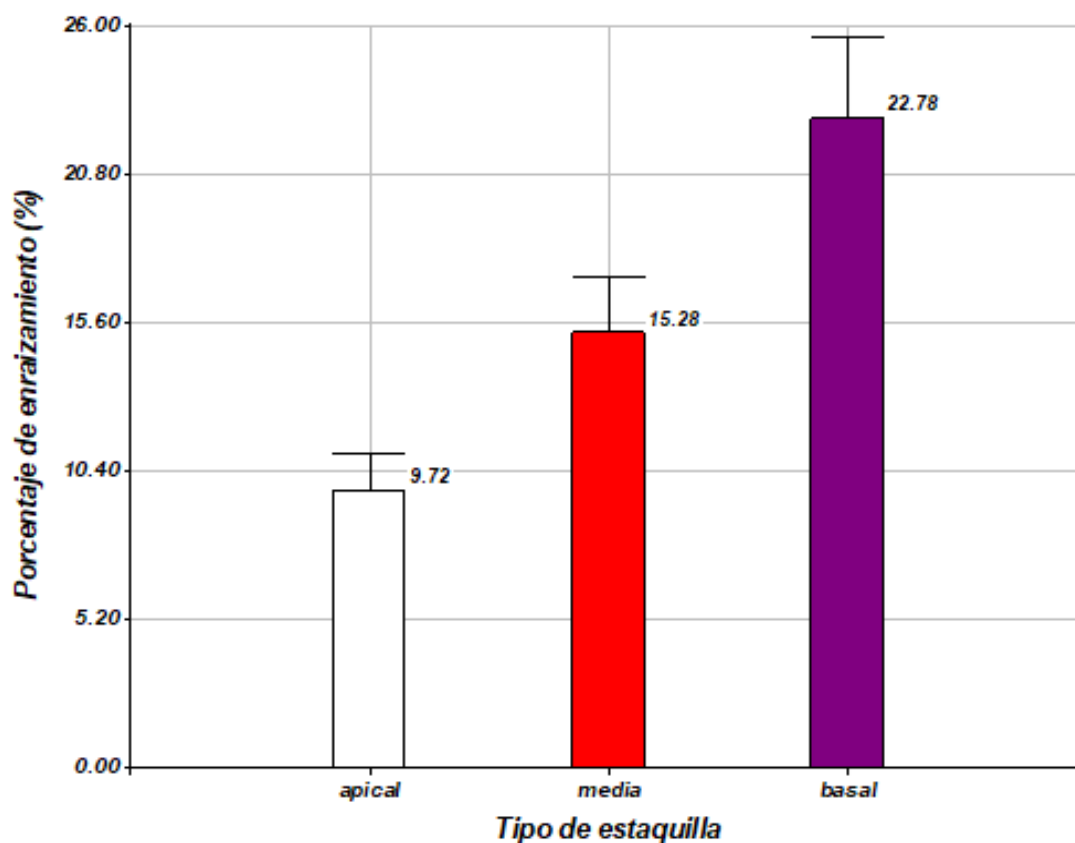


Figura 16. Porcentaje de enraizamiento de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función del Tipo de estacilla, a 64 días en cámara de subirrigación

Comprobada la influencia significativa de la dosis de AIB en el porcentaje de enraizamiento de estaquillas de *A. rosaeodora*, la prueba del rango múltiple de Bonferroni ($p < 0.05$) mostró que las dosis de 4000ppm y 8000ppm fueron iguales estadísticamente (Tabla 11), ambos fueron significativamente superiores frente a las dosis de menor concentración 0ppm y 2000ppm (Figura 17); sin embargo, el máximo porcentaje de enraizamiento se logró alcanzar con la dosis de 4000ppm (27.78 por ciento). Un estudio realizado por Sampaio *et al.* (1987) observaron que las estacas de palo rosa *Aniba rosaeodora*, con dosis de AIB 4000 y 6000ppm obtuvieron hasta 70.96 por ciento de enraizamiento, superando a 2000 y Testigo con 62.61 y 60.11 por ciento de enraizamiento respectivamente.

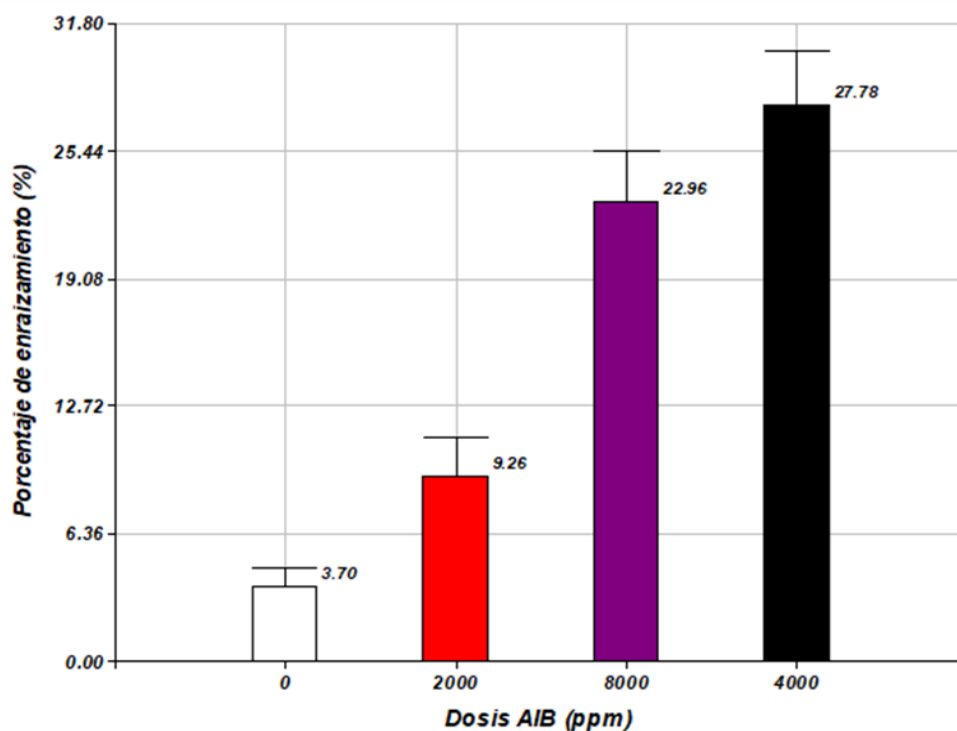


Figura 17. Porcentaje de enraizamiento de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación

Por otro lado, al analizar la interacción entre el tipo de estaquilla y dosis de AIB (Figura 18), se observa que la estaquilla basal en la dosis de 4000ppm, muestran porcentajes de enraizamiento de 44.44 por ciento, superando a los siguientes tratamientos conformados por la estaquilla basal y dosis 8000ppm en un 9 por ciento entre otros.

Esto quiere decir que *A. rosaeodora* alcanza máximos porcentajes de enraizamiento solo con niveles óptimos de dosis de AIB y exclusivamente con estacas basales, más no presenta el mismo comportamiento en dosis menores a 4000ppm; sin embargo, podrían obtenerse resultados favorables con dosis de 5000ppm, 6000ppm o 7000ppm. Al respecto, Gatica (2015), al probar dosis de AIB de 0, 3000, 5000 y 6000ppm utilizando brotes juveniles de *Aniba rosaeodora* (inicio de la parte lignificada) en condiciones de cámara de subirrigación, reportó una dosis óptima 5000ppm, en combinación con sustrato arena obtuvo el 46 por ciento y con cascarilla de arroz carbonizada 54 por ciento de enraizamiento, observándose la influencia positiva del sustrato cascarilla de arroz carbonizada sobre el enraizamiento respecto de arena. En ese sentido, Yepes *et al.* (2010) probaron dosis de AIB de 0, 3000 y 7000ppm, utilizando brotes de plantas juveniles de *Aniba rosaeodora*, con sustratos arena y cascarilla de arroz carbonizada, no encontraron diferencias estadísticas significativas entre

dosis de AIB, como tampoco entre sustratos, obtuvieron el 60 por ciento de enraizamiento a 75 días de instalado el experimento.

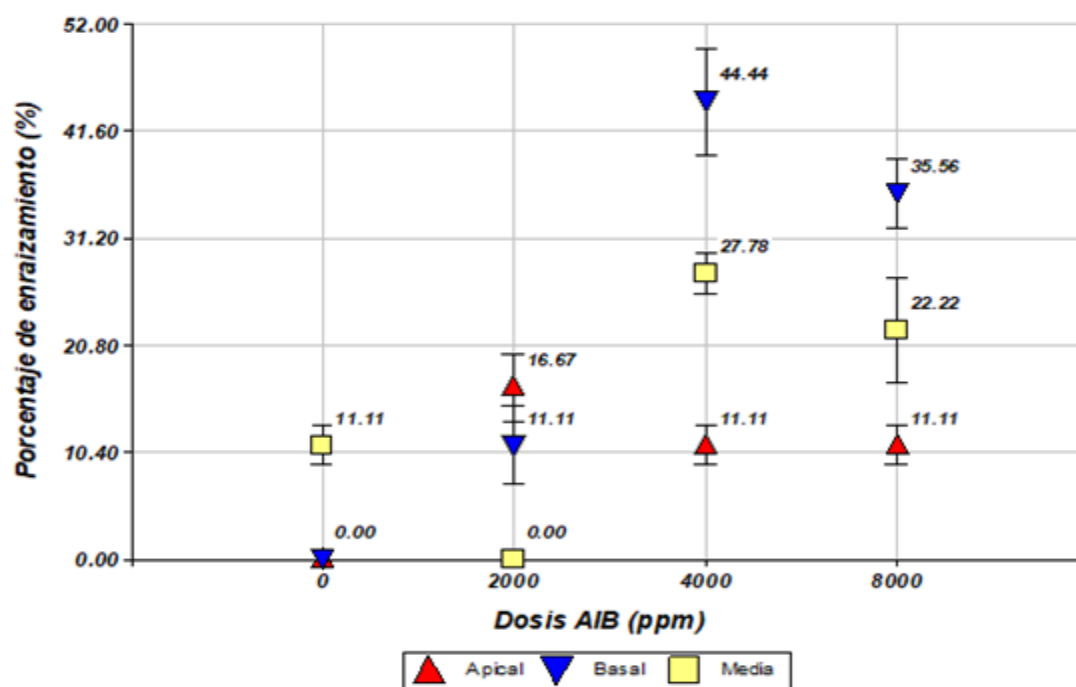


Figura 18. Porcentaje de enraizamiento de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función de la interacción tipo de estaquillas y dosis de AIB, después de 64 días en cámara de subirrigación

Palo rosa (*Aniba sp*), al ser propagado por estaca (25cm de longitud x 1cm de diámetro), plantados sobre suelo, con riegos diarios, presenta 25 por ciento de enraizamiento (Vieira 1972; Sampaio *et al.* 2003; Toyoko y Do Santos 2004). Al respecto, Sampaio *et al.* (1987) reportaron que las estacas de palo rosa (*Aniba rosaeodora*), obtenidas de la interacción de ramas terminales (apicales) y dosis de AIB 4000 y 6000ppm presentaron 60.97 por ciento de enraizamiento; sin embargo, al utilizar ramas laterales (media y basal), interactuando con 4000 y 6000ppm de AIB, obtuvieron hasta 25 por ciento de enraizamiento de más. Esto es, un indicativo de que en el caso de estacas (material leñoso, lignificado y dado su mayor tamaño, por almacenar mayores reservas) tiene mayores posibilidades de enraizamiento que una estaquilla o miniestaca (material aun no leñoso, succulento y no lignificado) en el caso de palo rosa. Asimismo, con estacas obtenidas de ramas juveniles sin ningún tratamiento obtuvieron 70 por ciento de enraizamiento en promedio, considerado como técnica que ofrece grandes posibilidades de selección de material de alta calidad para plantaciones experimentales y conservación de germoplasma (Sampaio *et al.* 1987; Sampaio *et al.* 2003; Toyoko y Do Santos 2004; Vieira 2005).

A modo general, respecto del material a propagar del género *Aniba*, es importante destacar que, a mayor lignificación o formación del leño, como es el caso de las estaquillas basales o de las propias estacas (que es material de mayor tamaño y diámetro), mayor es el enraizamiento.

4.3.2. Número de raíces promedio por estaquilla

El análisis de varianza (ANVA) del número de raíces promedio por estaquilla de *A. rosaeodora*, después de 64 días de haberse instalado en cámara de enraizamiento, determinó diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) debido a Dosis de AIB (Tabla 12 y Figura 19). Esto quiere decir que, este factor estaría influyendo en el número de raíces promedio por estaquilla. No obstante, las medias del Tipo de estaquilla y la interacción (Tipo estaquilla * Dosis AIB) no mostraron diferencia alguna en número de raíces promedio por estaquilla de palo rosa (Tabla 12). Por lo tanto, se realizará el análisis para dosis AIB.

Tabla 12. Análisis de varianza del número de raíces promedio (N°) para las estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días en la cámara de enraizamiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor
Modelo	58.13	11	5.28	2.70	0.0029
Tipo de estaquilla	11.69	2	5.85	2.99	0.0527
Dosis de AIB	29.98	3	9.99	5.10	0.0020
Tipo de estaquilla*Dosis AIB	16.45	6	2.74	1.40	0.2160
Error	399.50	204	1.96		
Total	457.63	215			

La prueba de Bonferroni ($p < 0.05$) para el Número de raíz promedio (N°), respecto del tipo de estaquilla, indica que entre los tipos de estaquillas (basal, media y apical) no existen diferencias estadísticamente significativas (Tabla 13). Sin embargo, el tipo de estaquilla basal, supera al de las partes apical y media en 75 y 50 por ciento respectivamente (Figura 19).

Tabla 13. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis de AIB (B) en el número de raíces promedio (N°) de *A. rosaeodora*

Tipo de estaquilla (A)	Dosis AIB (B)				Promedio
	4000 ppm	8000 ppm	2000 ppm	0 ppm	
Basal	1.61 A	1.17 A	0.22 A	0.00 A	0.75 (A)
Media	1.11 A	0.56 A	0.00 A	0.11 A	0.44 (A)
Apical	0.22 A	0.17 A	0.33 A	0.00 A	0.18 (A)
Promedio	0.98 (A)	0.63 (A)	0.19 (B)	0.04 (B)	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

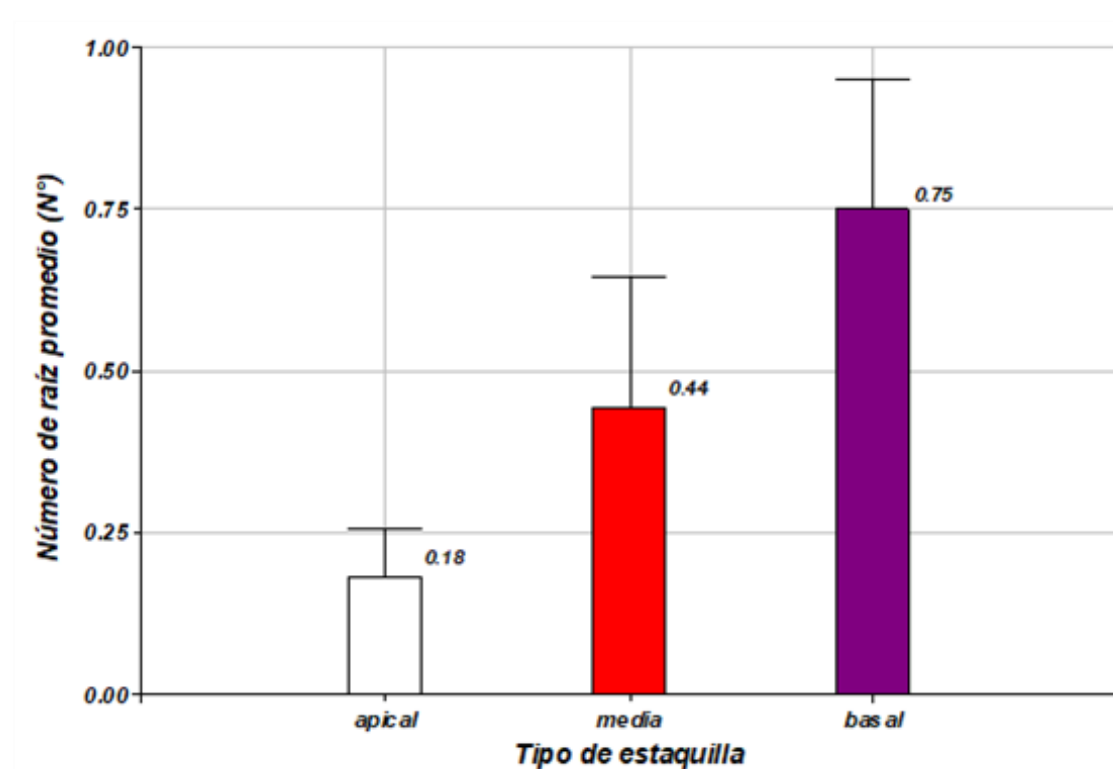


Figura 19. Número de raíces promedio de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación

Se comprueba la influencia significativa de la dosis de AIB en el Número de raíces promedio de estaquillas de *A. rosaeodora*, la prueba del rango múltiple de Bonferroni ($p < 0.05$) mostró que las dosis de 4000ppm y 8000ppm fueron iguales estadísticamente (Tabla 13), ambos fueron significativamente superiores frente a las dosis de menor concentración 0ppm y

2000ppm (Figura 20); sin embargo, el valor máximo de Número de raíces promedio por estaquillas, de 0.98 (=1 raíz), se logró alcanzar con la dosis de 4000ppm.

En ese sentido Vieira (1972), con palo rosa *Aniba sp*, experimentó la propagación por estacas (25 cm de longitud x 1cm de diámetro), plantados sobre suelo directo, con manejo y riegos diarios, obtuvo 15 raíces de 60 estacas enraizadas, es decir una relación de 0.25 raíces promedio por estaquilla, resultado mucho menor que los alcanzados por el presente trabajo.

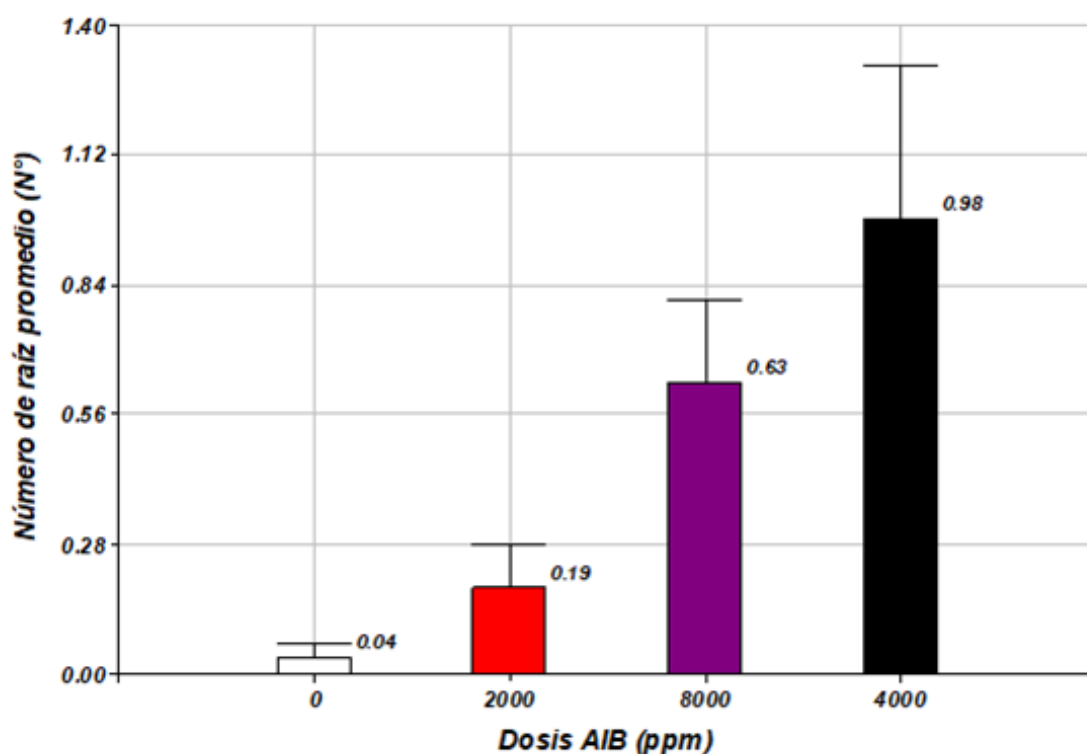


Figura 20. Número de raíces promedio de estaquillas de *A. rosaeodora* en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación

Asimismo, Murrieta (2010), al propagar estaquillas en cámaras de subirrigación de *Cedrela odorata*, encontró 25 raíces por estaquilla con 3000 y 4000ppm de AIB considerando estaquillas apicales. Incremento de raíces que podría estar influenciado por la edad de la planta madre, debido a la juvenilidad de la planta utilizada. Estos resultados probablemente se deban a que las estaquillas apicales son más jóvenes y, en consecuencia, hay más células capaces de volverse meristemáticas, además de su capacidad en concentrar sustancias endógenas promotoras del crecimiento radicular (Hartmann y Kester 1996).

Sin embargo, *Aniba rosaeodora* respecto de número de raíces promedio, mostró ligeramente mejores resultados con estaquillas basales, presumiblemente debido a que, particularmente la especie, en las estaquillas apicales no se desarrolla la concentración de sustancias que promueven el crecimiento radicular. Palo rosa brinda mejor desempeño con material vegetativo más leñoso y lignificado que otras especies (Sampaio *et al.* 1987; Sampaio *et al.* 2003; Toyoko y Do Santos 2004; Vieira 2005).

4.3.3. Longitud de raíz promedio por estaquilla

El análisis de varianza (ANVA) de longitud de raíz promedio (mm) por estaquilla de *A. rosaeodora*, después de 64 días de instalado en cámara de enraizamiento, determinó diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) debido a Dosis de AIB (Tabla 14 y Figura 21). Esto quiere decir, que este factor estaría influyendo en Longitud de raíz promedio por estaquilla. No obstante, las medias del Tipo estaquilla y la interacción (Tipo estaquilla * Dosis AIB) no mostraron diferencias algunas en cuanto a Longitud de raíz promedio por estaquilla de palo rosa.

Tabla 14. Análisis de varianza de Longitud de raíz promedio (mm) para las estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días en la cámara de enraizamiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	<i>p</i> -valor
Modelo	720.19	11	65.47	1.82	0.0525
Tipo de estaquilla	73.37	2	36.69	1.02	0.3625
Dosis de AIB	327.80	3	109.27	3.04	0.0302
Tipo de estaquilla*Dosis AIB	319.02	6	53.17	1.48	0.1872
Error	7338.89	204	35.97		
Total	8059.08	215			

Tabla 15. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis de AIB (B) en Longitud de raíz promedio (mm) de palo rosa (*A. rosaeodora*)

Tipo de estaquilla (A)	Dosis AIB (B)				Promedio
	4000 ppm	8000 ppm	2000 ppm	0 ppm	
Basal	5.82 A	3.28 A	0.22 A	0.00 A	2.33 (A)
Media	2.89 A	3.96 A	0.00 A	0.67 A	1.88 (A)
Apical	0.94 A	0.56 A	2.22 A	0.00 A	0.93 (A)
Promedio	3.22 (A)	2.60 (A)	0.81 (B)	0.22 (B)	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

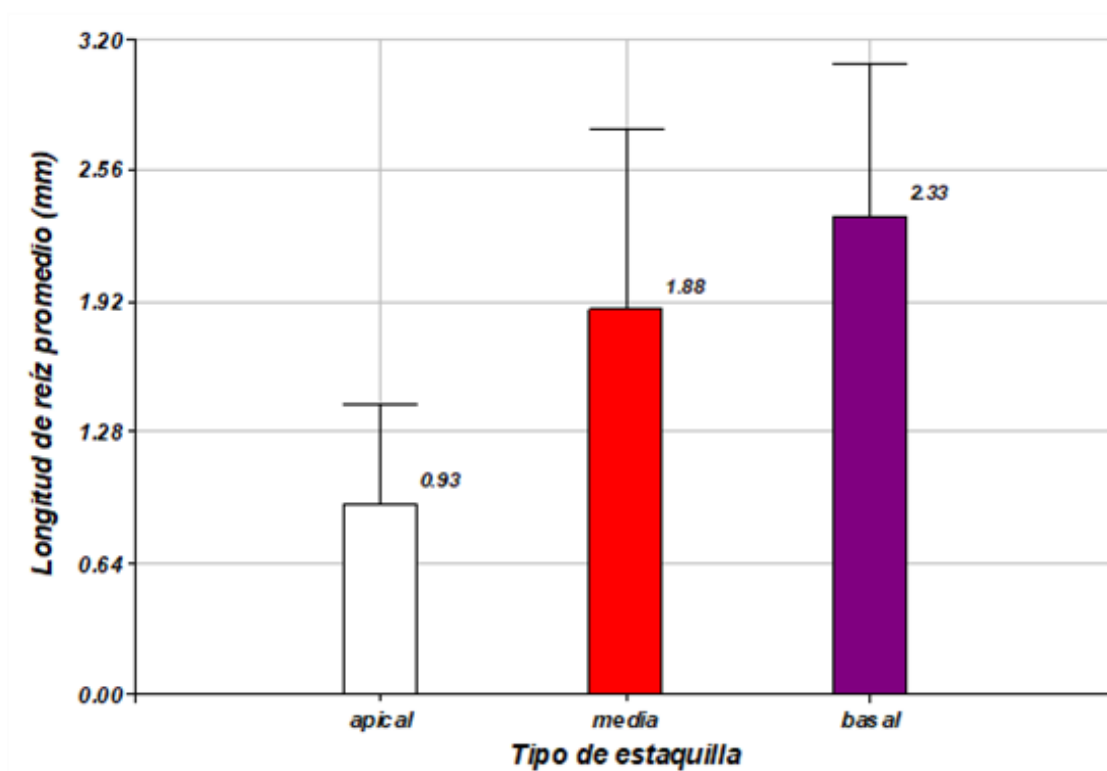


Figura 21. Longitud de raíz promedio de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación

La prueba de Bonferroni ($p < 0.05$) para Longitud de raíz promedio (mm), respecto del tipo de estaquilla, indica que entre los tipos de estaquillas (basal, media y apical) no existen diferencias estadísticamente significativas (Tabla 15). Sin embargo, el tipo de estaquilla basal, supera al de las partes apical y media en 60 y 20 por ciento respectivamente (Figura 21).

Se comprueba la influencia significativa de la dosis de AIB en longitud de raíz promedio de estaquillas de *A. rosaeodora*, la prueba del rango múltiple de Bonferroni ($p < 0.05$) mostró que las dosis de 4000ppm y 8000ppm fueron iguales estadísticamente (Tabla 15), ambos fueron significativamente superiores frente a las dosis de menor concentración 0ppm y 2000ppm (Figura 22); sin embargo, la máxima Longitud de raíz promedio de estaquillas, se logró alcanzar con la dosis de 4000ppm (3.22 mm).

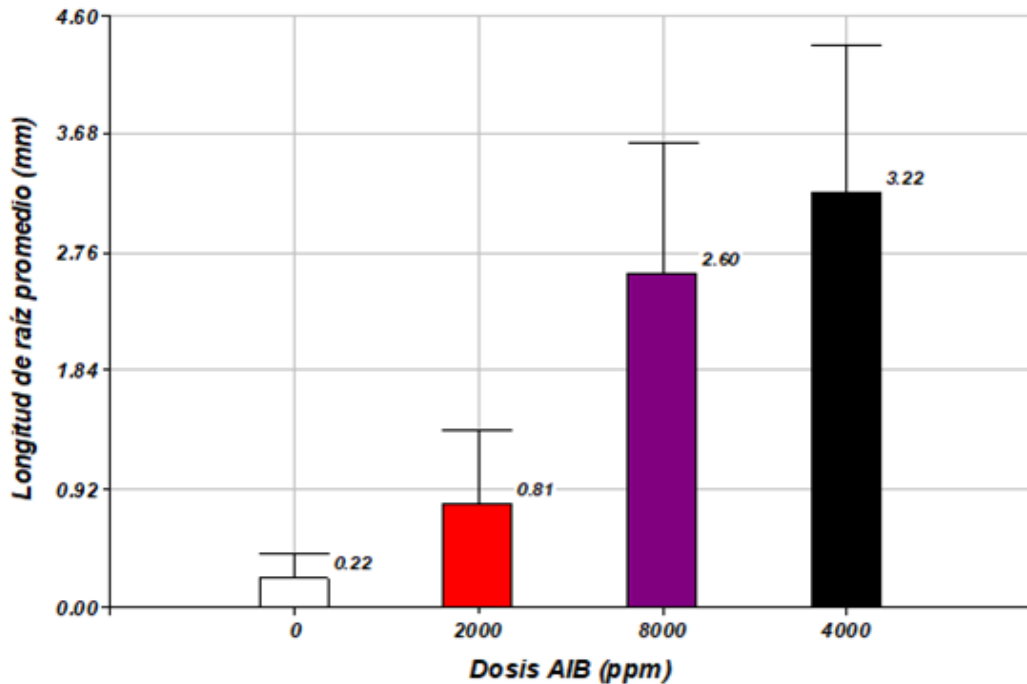


Figura 22. Longitud de raíz promedio de estaquillas de *A. rosaeodora* en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación

En otro experimento, con la especie *Cedrela odorata*, Murrieta (2010), logró 36.1 mm de longitud de raíz promedio, utilizando dosis de 3000 y 4000ppm de AIB. Al respecto, es importante indicar que en relación a la hormona enraizante, ácido indol - 3 - butírico (AIB), Vernier y Cardoso (2013), refieren que esta sustancia promueve y favorece el enraizamiento de estaquillas y estacas y las dosificaciones van a depender de la especie y de los tipos y tamaños del material vegetativo. Al respecto, Bortolini *et al.* (2008), citan que la uniformidad de las raíces, mayor número y longitud de raíces en corto período de tiempo, son obtenidas en estaquillas tratadas principalmente con el fitorregulador AIB.

4.3.4. Porcentaje de sobrevivencia

El análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días de haberse instalado en cámara de enraizamiento (Tabla 16), muestra que la Dosis de AIB y la interacción (Tipo estaquilla * Dosis AIB) han influenciado estadísticamente de forma significativa ($p \leq 0.05$). Esto quiere decir que la Dosis de AIB y la interacción (Tipo estaquilla * Dosis AIB) influyen directamente sobre los patrones de sobrevivencia de las estaquillas de palo rosa. Sin embargo, no ocurre lo mismo con el Tipo de estaquilla, puesto que entre las medias de este factor no existen diferencias significativas.

Tabla 16. Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia para las estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días en la cámara de enraizamiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	<i>p</i> -valor
Modelo	14259.26	11	1296.30	9.92	0.0001
Tipo de estaquilla	92.59	2	46.30	0.35	0.7022
Dosis de AIB	6111.11	3	2037.04	15.58	0.0001
Tipo de estaquilla*Dosis AIB	8055.56	6	1342.59	10.27	0.0001
Error	26666.67	204	130.72		
Total	40925.93	215			

Tabla 17. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis de AIB (B) en el porcentaje de sobrevivencia de *A. rosaeodora*

Tipo de estaquilla (A)	Dosis AIB (B)				Promedio
	2000 ppm	0 ppm	4000 ppm	8000 ppm	
Basal	94.4 A	88.9 AB	88.9 AB	88.9 AB	90.28 (A)
Media	100.0 A	88.9 AB	100.0 A	72.2 C	90.28 (A)
Apical	100.0 A	88.9 AB	77.8 BC	88.9 AB	88.89 (A)
Promedio	98.15 (A)	88.89 (B)	88.89 (B)	83.33 (B)	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La prueba del rango múltiple de Bonferroni ($p < 0.05$) para el porcentaje de sobrevivencia, respecto del tipo de estaquilla, indica que entre las estaquillas basal, media y apical no

existen diferencias estadísticamente significativas (Tabla 17), con valores para basal, media y apical de 90.28, 90.28 y 88.89 por ciento de sobrevivencia respectivamente (Figura 23).

De este modo, Sampaio *et al.* (1987) manifiestan que las estaquillas de palo rosa *Aniba rosaeodora*, obtenidas de ramas terminales (apicales) obtuvieron una media de 86.58 por ciento de sobrevivencia, sin embargo, al utilizar ramas laterales (media y basal), obtuvieron 96.43 por ciento de sobrevivencia, lo cual indica que las ramas laterales tienen mejores opciones en cuanto a la propagación vegetativa de la especie. Se aprecia que existe una tendencia de mayor sobrevivencia con material vegetativo de ramas más lignificadas y leñosas respecto de aquellas de ramas apicales y tiernas.

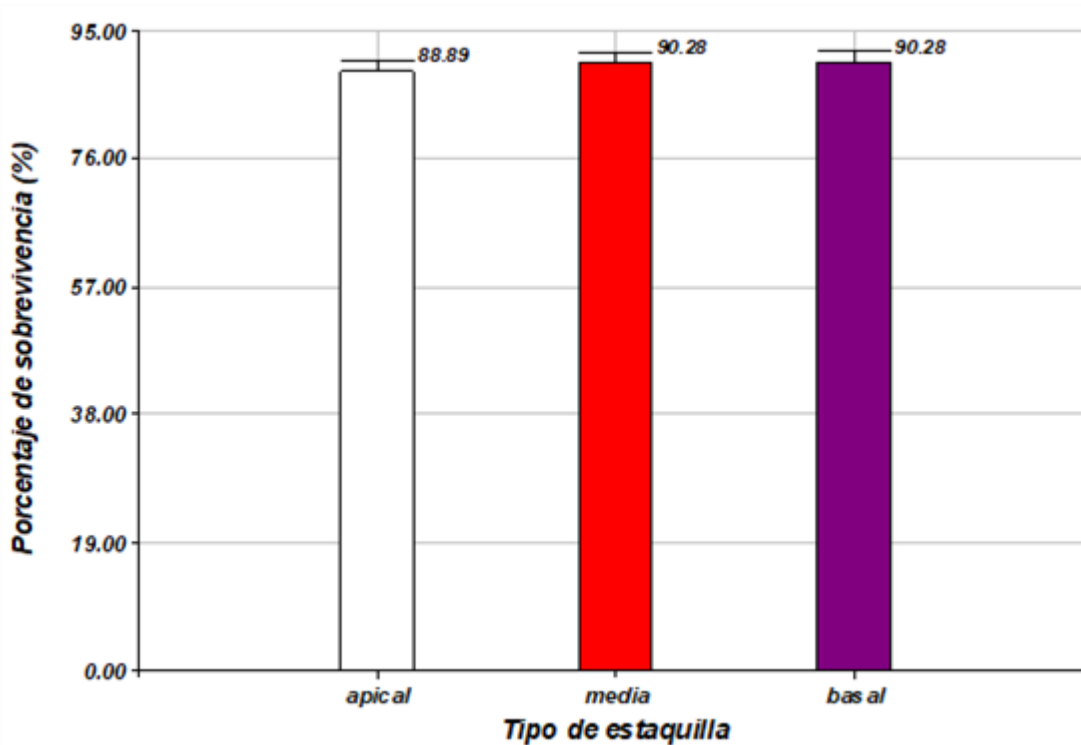


Figura 23. Porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación

Comprobada la influencia significativa de la dosis de AIB en el porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de *A. rosaeodora*, la prueba del rango múltiple de Bonferroni ($p < 0.05$) mostró que la dosis de 2000ppm (Tabla 17), resultó con una media significativamente superior (98.2 por ciento) frente a las dosis 0ppm, 4000ppm y 8000ppm con 88.9, 88.9 y 83.3 respectivamente (Figura 24). Esto puede ser debido a que 2000ppm, es la dosis óptima para la sobrevivencia de estaquillas de palo rosa. Pudiendo probarse dosis menores como

1000ppm y mayores como 3000ppm, para futuros experimentos. Es así que, Sampaio *et al.* (1987) manifiestan que las estacas de palo rosa *Aniba rosaeodora*, con dosis de AIB 2000, 4000 y 6000ppm obtuvieron hasta 93.90 por ciento de sobrevivencia, superando al Testigo con 85.54 por ciento de sobrevivencia.

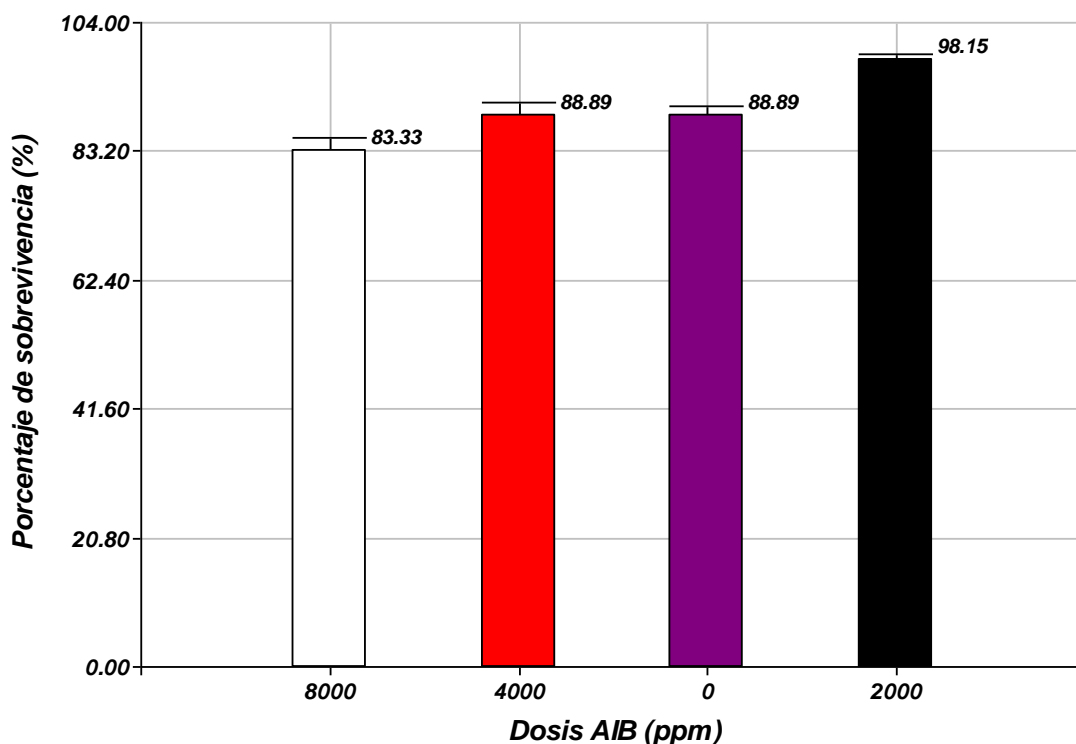


Figura 24. Porcentaje de sobrevivencia de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación

Por otro lado, al analizar gráficamente la interacción entre el tipo de estaquilla y dosis de AIB, presentada en la Figura 25, se evidencia la existencia de diferencias significativas entre la interacción de ambos factores, se observa que las interacciones de dosis de AIB de 2000ppm asociados al tipo de estaquilla apical (100 por ciento), media (100 por ciento) y basal (94.44 por ciento), junto con la dosis de AIB de 4000ppm asociado al tipo de estaquilla media (100 por ciento) que entre ellas son iguales estadísticamente, superan al resto de combinaciones. Esto quiere decir que *A. rosaeodora* en cuanto al porcentaje de sobrevivencia, alcanza óptimos resultados y se encuentra fuertemente asociada a las dosis de AIB de 2000ppm con todos los tipos de estaquilla y 4000ppm exclusivamente con estaquillas medias; sin embargo, podrían obtenerse resultados favorables con dosis de 1000ppm o 3000ppm.

Al respecto, Gatica (2015), al probar dosis de AIB de 0, 3000, 5000 y 6000ppm utilizando brotes juveniles (inicio de la parte lignificada) en condiciones de cámara de subirrigación, reportó como dosis óptima a 5000ppm, con arena 46 por ciento de sobrevivencia. A diferencia de CAC (Cascarilla de arroz carbonizada) con el que obtuvo 54 por ciento de sobrevivencia.

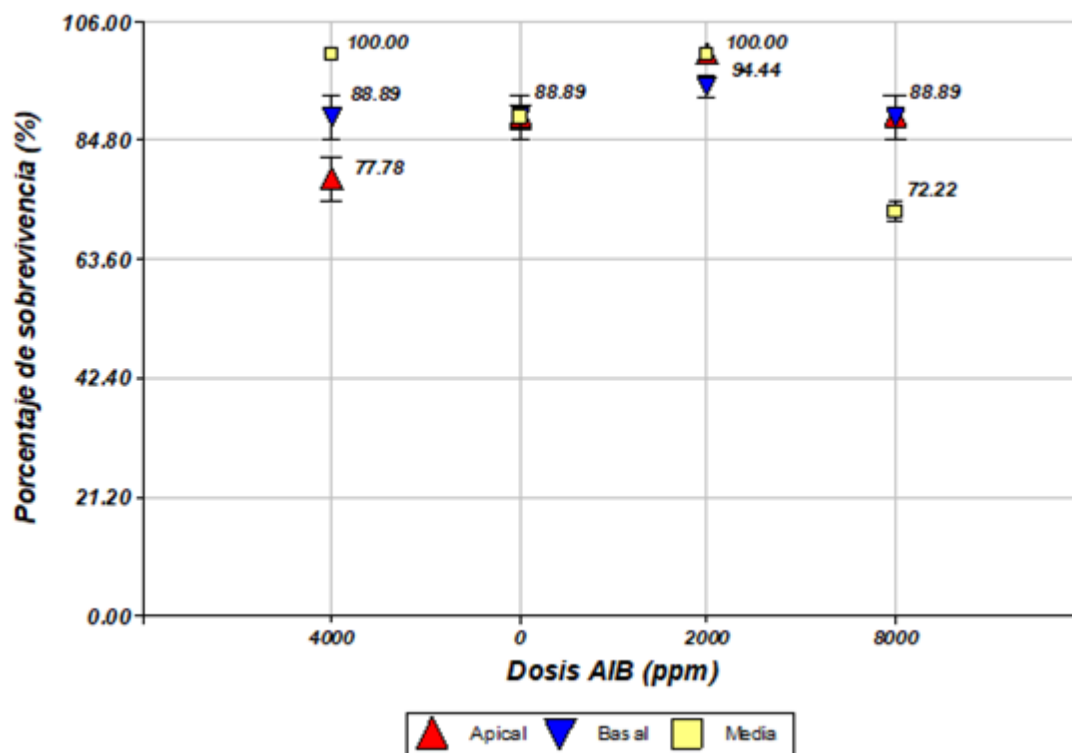


Figura 25. Porcentaje de sobrevivencia de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función de la interacción tipo de estaquillas y dosis de AIB, después de 64 días en cámara de subirrigación

Vieira (1972) en un experimento de propagación por estacas de palo rosa *Aniba sp* (25cm de longitud x 1cm de diámetro), plantados sobre suelo, con riegos diarios, sin hormona, obtuvo 13.33 por ciento de sobrevivencia. No obstante, Sampaio *et al.* (1987) indica que las estacas de palo rosa *Aniba rosaeodora*, obtenidas de la interacción de ramas terminales (apicales) y dosis de AIB 4000 y 6000ppm lograron 87.80 por ciento de sobrevivencia, sin embargo, al utilizar ramas laterales (media y basal), interactuando con las dosis de AIB 2000, 4000 y 6000ppm, obtienen el 100 por ciento de sobrevivencia.

Ante el presente escenario, para el éxito del método de propagación vegetativa, diversos factores como sustrato, ambiente controlado, tipo de propágulo, tipo y dosis de hormona de enraizamiento, recipientes, especie a propagar, etc.; tienen que ser considerados (Guerra *et*

al. 2018; Basauri *et al.* 2019). En lo referente a los ambientes o cámaras de enraizamiento, tienen que proveer alta humedad relativa entre de 80 y 90 por ciento y temperatura adecuada entre 30 y 35 °C sin oscilaciones bruscas (Xavier *et al.* 2009). En relación al sustrato puede ser variado, desde contener una buena porosidad y capacidad de retención de agua, y buena agregación al sistema radicular a ser formado (Timm *et al.* 2015). Finalmente, la convergencia de los factores mencionados, afectan positivamente la sobrevivencia de estaquillas en condiciones de cámara de subirrigación.

4.3.5. Porcentaje de brotación

El análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de brotación de estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días de haberse instalado en cámara de enraizamiento (Tabla 18), muestra que el Tipo de estaquilla, Dosis de AIB y la interacción (Tipo estaquilla * Dosis AIB) han influenciado estadísticamente de forma significativa ($p \leq 0.05$) en la brotación de palo rosa. Esto quiere decir que los factores Tipo de estaquilla, Dosis de AIB y la interacción (Tipo estaquilla * Dosis AIB) influyen directamente sobre los patrones de la emisión de los brotes de las estaquillas de palo rosa.

Tabla 18. Análisis de varianza del porcentaje de brotación para las estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días en la cámara de enraizamiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	<i>p</i> -valor
Modelo	8703.70	11	791.25	9.68	0.0001
Tipo de estaquilla	1203.70	2	601.85	7.37	0.0008
Dosis de AIB	3888.89	3	1296.30	15.87	0.0001
Tipo de estaquilla*Dosis AIB	3611.11	6	601.85	7.37	0.0001
Error	16666.67	204	81.70		
Total	25370.37	215			

Tabla 19. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis (B) en el porcentaje de brotación de *A. rosaeodora*

Tipo de estaquilla (A)	Dosis AIB (B)				Promedio
	0 ppm	2000 ppm	8000 ppm	4000 ppm	
Media	11.11 AB	16.67 A	0.00 C	0.00 C	6.94 (A)
Basal	16.67 A	0.00 C	5.56 BC	0.00 C	5.56 (A)
Apical	5.56 BC	0.00 C	0.00 C	0.00 C	1.39 (B)
Promedio	11.11 (A)	5.56 (B)	1.85 (BC)	0.00 (C)	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La prueba del rango múltiple de Bonferroni ($p < 0.05$) para el porcentaje de brotación, respecto del tipo de estaquilla, indica que entre los tipos de estaquilla existen diferencias estadísticamente significativas (Tabla 19); sin embargo, los tipos de estaquilla media (6.94 por ciento) y basal (5.56 por ciento) poseen medias estadísticamente iguales, ambos con medias de porcentaje de brotación superiores al tipo de estaquilla apical con 1.39 por ciento (Figura 26).

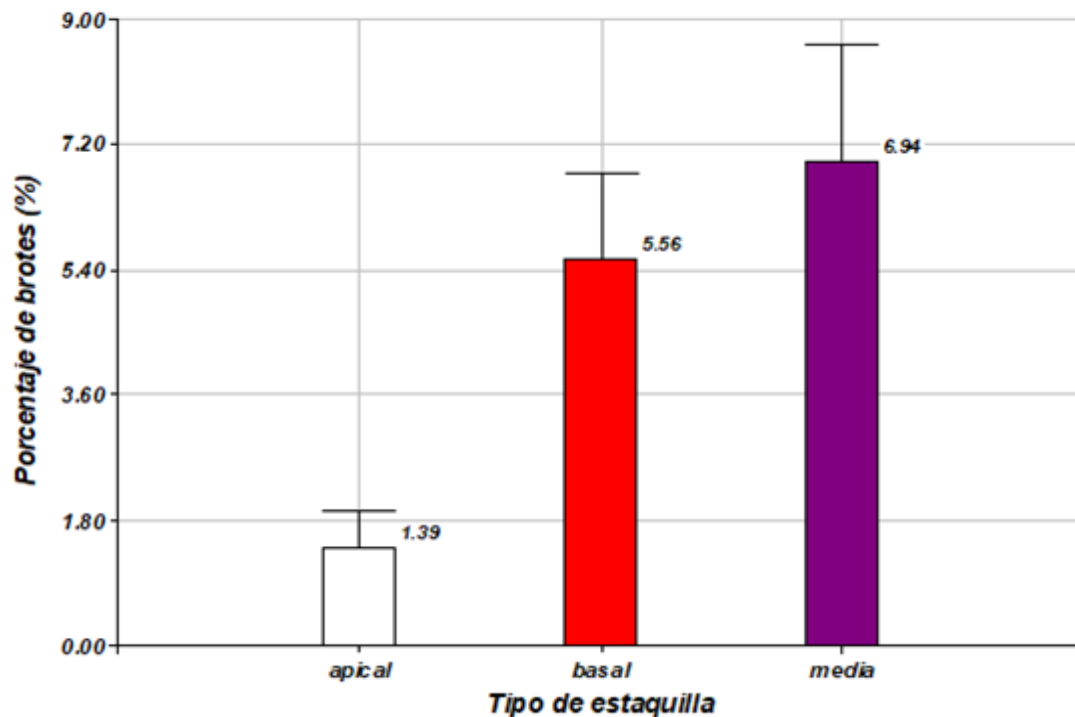


Figura 26. Porcentaje de brotación de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación

Se comprueba la influencia significativa de la dosis de AIB en el porcentaje de brotación de estaquillas de *A. rosaeodora*, la prueba del rango múltiple de Bonferroni ($p < 0.05$) mostró que la dosis de 0ppm (Tabla 19), resultó con una media significativamente superior (11.11 por ciento) seguidas por las dosis 2000ppm, 8000ppm y 4000ppm con 5.56 por ciento, 1.85 por ciento y 0.0 por ciento respectivamente (Figura 27). Esto es un indicativo de que la aparición de los brotes no está asociado a ninguna dosis de AIB, por lo contrario, el porcentaje de brotación en 0ppm puede deberse a que dependen de las propias reservas que poseen las estaquillas, como respuesta al manejo recibido en el jardín clonal.

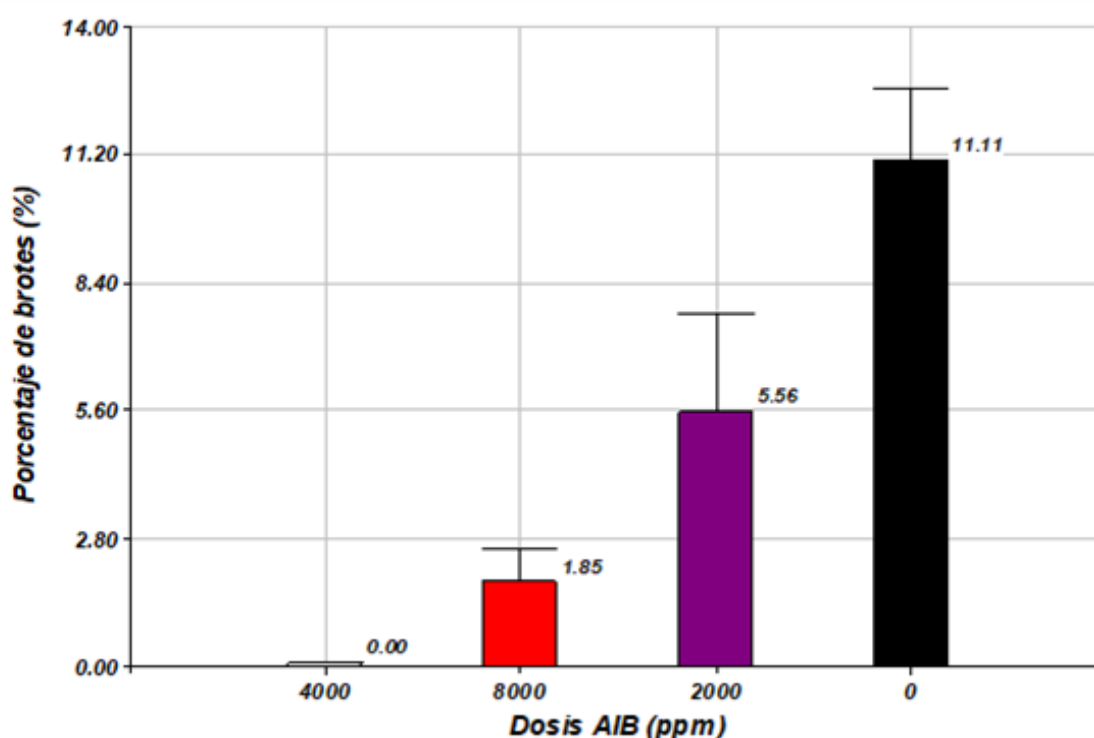


Figura 27. Porcentaje de brotes de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación

Por otro lado, al analizar gráficamente la interacción entre el tipo de estaquilla y dosis de AIB, presentada en la Figura 28, se evidencia la existencia de diferencias significativas entre la interacción de ambos factores, se observa que las interacciones de dosis de AIB de 0ppm asociados al tipo de estaquilla basal y dosis de AIB de 2000ppm asociado al tipo de estaquilla media poseen 16.67 por ciento de brotación, iguales estadísticamente, superan a dosis de AIB de 0ppm con tipo de estaquillas media (11.11 por ciento) y al resto de combinaciones sucesivamente.

Esto quiere decir que *A. rosaeodora* en cuanto al porcentaje de brotación, alcanza óptimos resultados con: i) interacción de estaquilla sin AIB, fuertemente asociada al tipo de estaquilla basal y ii) dosis de AIB de 2000ppm, asociada a tipo de estaquilla media. Si bien no existen diferencias estadísticas entre estaquillas basales y medias, ambas poseen diferencias significativas respecto de las apicales. Estaquillas basales y medias cuentan con características del leño, más lignificados que las apicales.

Palo rosa (*Aniba sp*), en un experimento de propagación por estacas (25cm de longitud x 1cm de diámetro), establecidos sobre suelo directo, con manejo estándar basados en riegos diarios, obtuvieron 37 brotes de 08 plantas enraizadas, esto representa el 61.66 por ciento de brotación (Vieira 1972). Es de destacar que las estacas, son material vegetativo con mayor volumen de leño que las estaquillas, es decir a mayor volumen, mayores reservas, por lo tanto, mayor porcentaje de brotes.

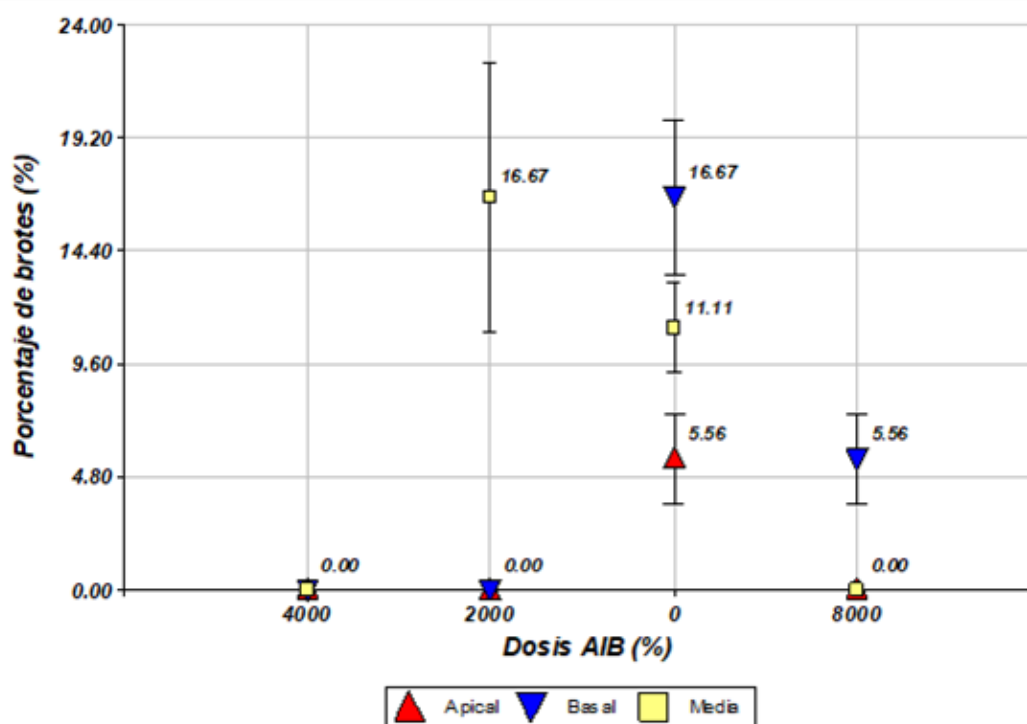


Figura 28. Porcentaje de brotación de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función de la interacción tipo de estaquillas y dosis de AIB, después de 64 días en cámara de subirrigación

Por otro lado, Murrieta (2010), al propagar *Cedrela odorata*, obtuvo 75.2 por ciento de porcentaje de brotación con estaquillas apicales, no encontrando diferencias estadísticas significativas entre dosis de AIB (0, 2000, 3000 y 4000 ppm), condición parecida con los

resultados arrojados con palo rosa. Sin embargo, obtuvo mejores porcentajes de brotes con las estaquillas apicales, contrariamente a los obtenidos con *Aniba rosaeodora*, que fueron con estaquillas basales y medias. Al respecto, el mayor porcentaje de brotes no debería ser abundante mientras la estaquilla no cuente con un adecuado sistema radicular, pues de ser así provocaría un desequilibrio entre fotosíntesis y respiración y/o las sustancias nutricionales de la estaquilla serían empleadas para la formación de nuevos brotes y no de raíces, produciendo la muerte eventual de la estaquilla (Díaz 1991). Escenario que pudo haberse dado con palo rosa, puesto que solo hubo un 44 por ciento de enraizamiento y sobrevivencia en todo el experimento.

4.3.6. Porcentaje de callosidad

El análisis de varianza (ANVA) del porcentaje de callos de estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días de haberse instalado en cámara de enraizamiento (Tabla 20), muestra que la Dosis de AIB y la interacción (Tipo estaquilla * Dosis AIB) han influenciado estadísticamente de forma significativa ($p \leq 0.05$). Esto quiere decir que la Dosis de AIB y la interacción (Tipo estaquilla * Dosis AIB) influyen directamente sobre los patrones de presencia de callos de las estaquillas de palo rosa. Sin embargo, no ocurre lo mismo con el Tipo de estaquilla ($p > 0.05$), puesto que entre las medias de este factor no existen diferencias significativas.

Tabla 20. Análisis de varianza del porcentaje de callos para las estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días en la cámara de enraizamiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	<i>p</i> -valor
Modelo	26481.48	11	2407.41	9.02	0.0001
Tipo de estaquilla	1203.70	2	601.85	2.26	0.1075
Dosis de AIB	3148.15	3	1049.38	3.93	0.0093
Tipo de estaquilla*Dosis AIB	22129.63	6	3688.27	13.82	0.0001
Error	54444.44	204	266.88		
Total	80925.93	215			

La prueba del rango múltiple de Bonferroni ($p < 0.05$) para el porcentaje de callos, respecto del tipo de estaquilla, indica que entre las estaquillas basal, media y apical no existen diferencias estadísticamente significativas (Tabla 21 y Figura 29).

Tabla 21. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis de AIB (B) en el porcentaje de callos de *A. rosaeodora*

Tipo de estaquilla (A)	Dosis AIB (B)				Promedio
	2000 ppm	4000 ppm	8000 ppm	0 ppm	
Apical	77.78 AB	72.22 BC	83.33 AB	83.33 AB	79.17 (A)
Media	83.33 AB	94.44 A	55.56 C	77.78 AB	77.78 (A)
Basal	83.33 AB	72.22 BC	83.33 AB	55.56 C	73.61 (A)
Promedio	81.48 (A)	79.63 (AB)	74.07 (AB)	72.22 (B)	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

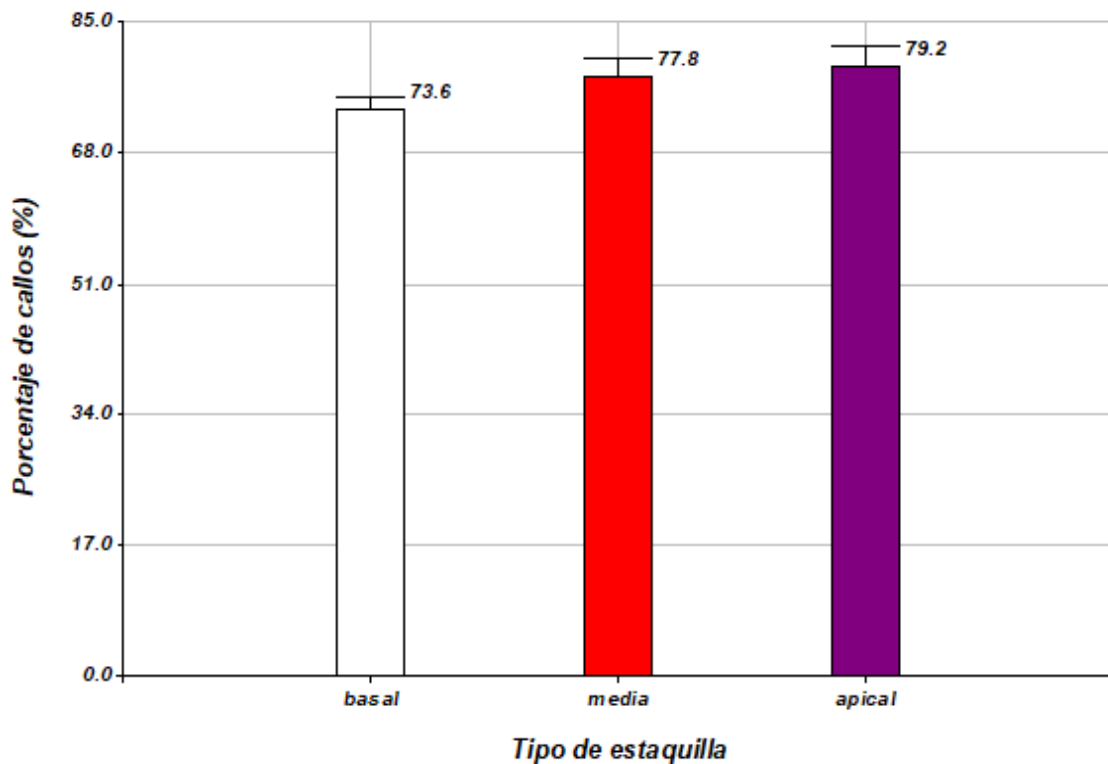


Figura 29. Porcentaje de callos de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función del Tipo de estaquilla, a 64 días en cámara de subirrigación

Se comprueba la influencia significativa de la dosis de AIB en el porcentaje de callos de estaquillas de *A. rosaeodora*, la prueba del rango múltiple de Bonferroni ($p < 0.05$) mostró que la dosis de 2000ppm (Tabla 21), resultó con una media significativamente superior (81.48 por ciento) frente a las dosis 4000ppm, 8000ppm y 0ppm con 79.63, 74.07 y 72.22

por ciento respectivamente (Figura 30). Esto puede ser debido a que 2000ppm, es la dosis óptima para la aparición de callos en estaquillas de palo rosa. Al respecto, Gatica (2015), al probar dosis de AIB de 0, 3000, 5000 y 6000ppm, con 5000ppm obtuvo 35 por ciento de callosidad.

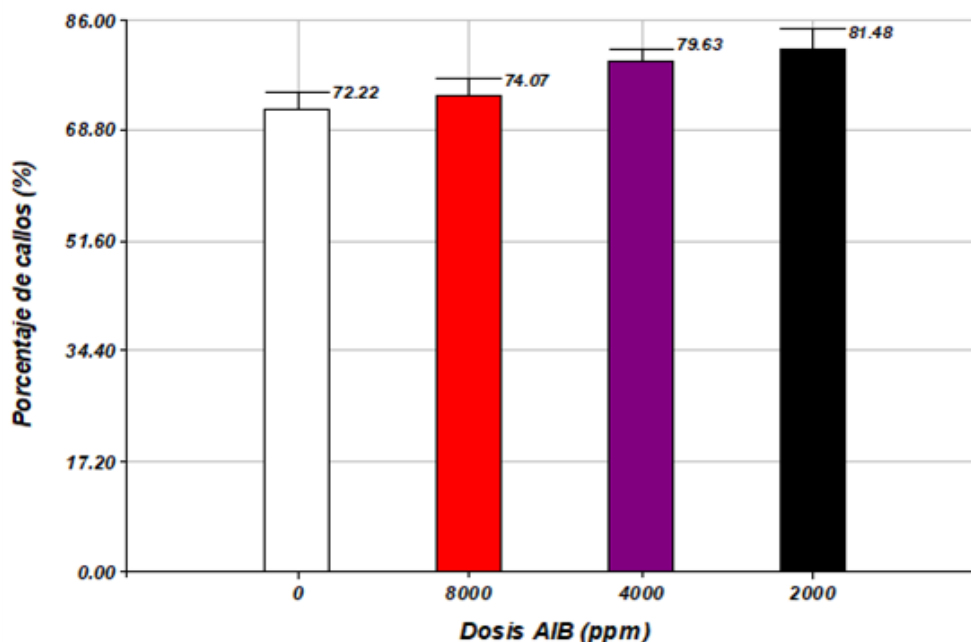


Figura 30. Porcentaje de callos de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación

Por otro lado, al analizar gráficamente la interacción entre el tipo de estaquilla y dosis de AIB, presentada en la Figura 31, se evidencia la existencia de diferencias significativas entre la interacción de ambos factores, se observa que la interacción de dosis de AIB de 4000ppm asociados al tipo de estaquilla media constituye el valor más alto respecto del porcentaje de callos, con 94.44 por ciento. Seguidos por las combinaciones dosis de AIB (8000ppm, 2000ppm y 0ppm) asociados al tipo de estaquilla apical, media y basal, sucesivamente, iguales estadísticamente entre ellas (Tabla 21), superando al resto de combinaciones.

Esto quiere decir que *A. rosaeodora* en cuanto al porcentaje de callos, alcanza óptimos resultados con la dosis de AIB de 4000ppm fuertemente asociado al tipo de estaquilla media, este resultado se obtuvo solamente a los 64 días; esta alta callosidad, podría haber influenciado en el incremento de los resultados de enraizamiento; sin embargo, debido a las limitaciones económicas no se amplió el tiempo de estudio.

Al respecto, Gatica (2015), al probar dosis de AIB de 0, 3000, 5000 y 6000ppm utilizando brotes juveniles (inicio de la parte lignificada) en condiciones de cámara de subirrigación, reportó como dosis óptima a 5000ppm, en arena 35 por ciento de callosidad. A diferencia de CAC (Cascarilla de arroz carbonizada) con 32.5 por ciento de callosidad. Sin embargo, Murrieta (2010), al experimentar con *Cedrela odorata*, alcanzó 61.7 por ciento de porcentaje de callos con estaquillas apicales, no encontrando diferencias estadísticas significativas entre dosis de AIB (0, 2000, 3000 y 4000 ppm). Condición muy diferente con los resultados arrojados con palo rosa, con 4000 ppm obtuvo 94.4 por ciento de porcentaje de callos con estaquillas de la sección media.

Acerca de las condiciones adecuadas para la formación de callos y la consiguiente aparición de raíces, Leakey (2004), señala que, desde las hojas, se trasladan hasta la base de las estaquillas auxinas y carbohidratos, lo que genera las condiciones para que se inicie la formación de raíces adventicias a través de la formación de callos. Consecuente con estos resultados Carrera (1987), expone que la formación de callos muchas veces es determinante en el éxito del enraizamiento de plantas.

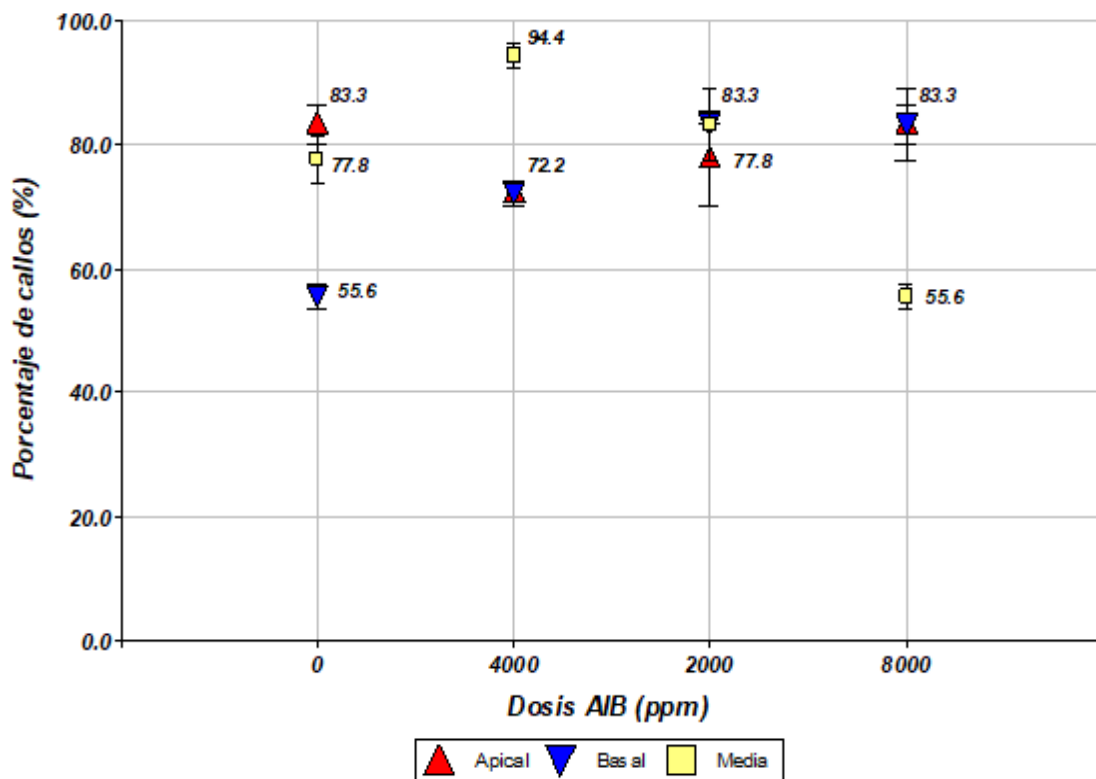


Figura 31. Porcentaje de callos de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función de la interacción tipo de estaquillas y dosis de AIB, después de 64 días en cámara de subirrigación

4.3.7. Longitud de brotes promedio

El análisis de varianza (ANVA) de la longitud de brotes promedio de estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días de haberse instalado en cámara de enraizamiento (Tabla 22), muestra que en los factores Tipo de estaquilla, Dosis de AIB y la interacción (Tipo estaquilla * Dosis AIB) no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). Esto quiere decir que no influyen directamente sobre los patrones de Longitud de brotes promedio de las estaquillas de palo rosa.

Tabla 22. Análisis de varianza de Longitud de brotes promedio (mm) para las estaquillas de *A. rosaeodora*, después de 64 días en la cámara de enraizamiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	<i>p</i> -valor
Modelo	12.48	11	1.13	1.48	0.1399
Tipo de estaquilla	1.62	2	0.81	1.06	0.3488
Dosis de AIB	5.52	3	1.84	2.40	0.0687
Tipo de estaquilla*Dosis AIB	5.34	6	0.89	1.16	0.3272
Error	156.11	204	0.77		
Total	168.59	215			

Tabla 23. Prueba de comparación de medias de Bonferroni ($p < 0.05$), para el efecto de Tipo de estaquilla (A) y Dosis de AIB (B) de longitud de brotes promedio (mm) de *A. rosaeodora*

Tipo de estaquilla (A)	Dosis AIB (B)				Promedio
	0 ppm	2000 ppm	8000 ppm	4000 ppm	
Media	0.44 A	0.67 A	0.00 A	0.00 A	0.28 (A)
Basal	0.56 A	0.00 A	0.28 A	0.00 A	0.21 (A)
Apical	0.28 A	0.00 A	0.00 A	0.00 A	0.07 (A)
Promedio	0.43 (A)	0.22 (A)	0.09 (A)	0.00 (A)	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La prueba del rango múltiple de Bonferroni ($p < 0.05$) para longitud de brotes promedio, respecto del tipo de estaquilla, indica que entre las estaquillas basal, media y apical no existen diferencias estadísticamente significativas (Tabla 23 y Figura 32).

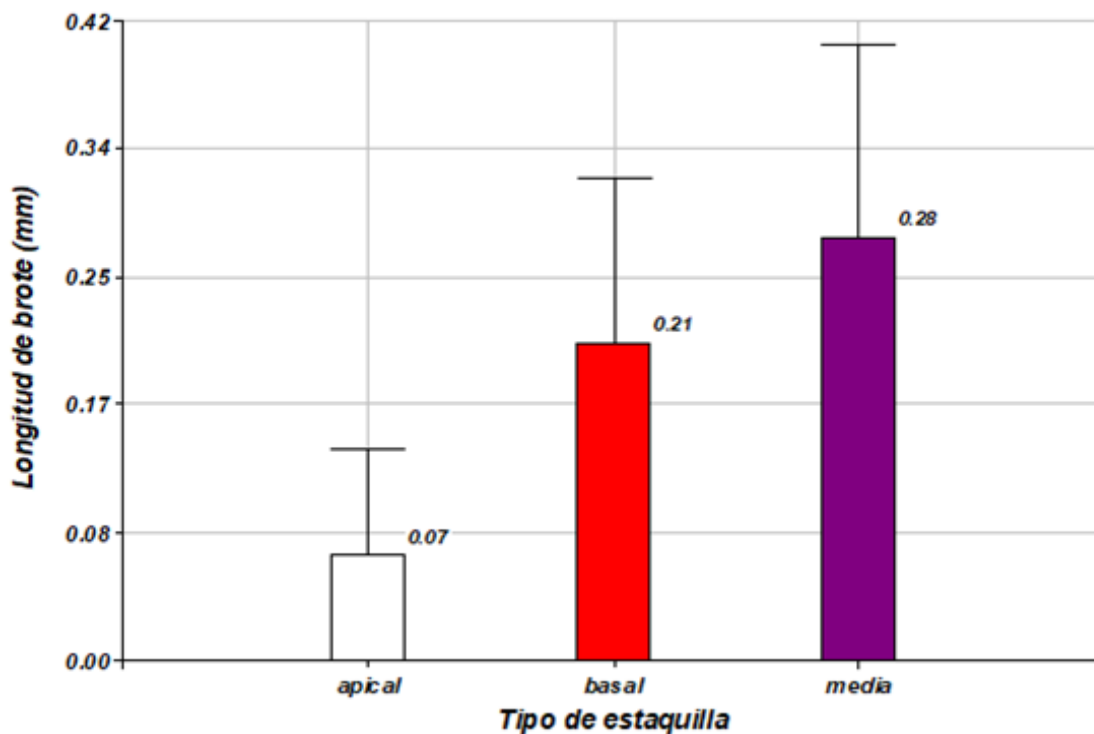


Figura 32. Longitud de brote promedio (mm) de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función del Tipo de estacilla, a 64 días en cámara de subirrigación

Se comprueba que no existe influencia significativa de la dosis de AIB en la longitud de brotes promedio de estaquillas de *A. rosaeodora*, la prueba del rango múltiple de Bonferroni ($p > 0.05$) indica que entre las dosis de 2000ppm, 4000ppm, 8000ppm y 0ppm no existen diferencias estadísticamente significativas (Tabla 23 y Figura 33). Sin embargo, la dosis de 0ppm (Tabla 23), resultó con una media de longitud de brote promedio (mm) superior con 0.43mm, seguidos de 2000ppm, 8000ppm y 4000ppm.

Por otro lado, al analizar la interacción entre el tipo de estacilla y dosis de AIB, no se evidencia la existencia de diferencias significativas entre ambos factores (Tabla 23). Sin embargo, se observa que dosis de AIB de 2000ppm asociados al tipo de estacilla media (0.67mm) alcanza las longitudes más elevadas, seguidos de las combinaciones de dosis de AIB de 0ppm con tipo de estacilla basal y media con 0.56mm y 0.44mm respectivamente.

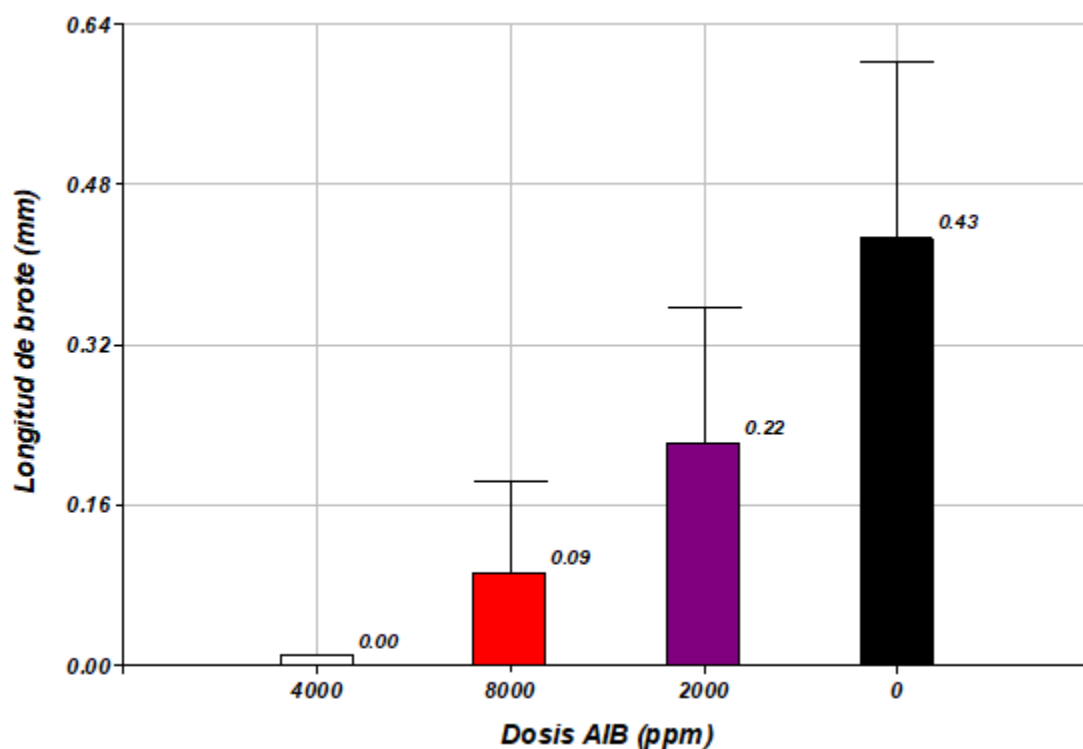


Figura 33. Longitud de brote promedio (mm) de estaquillas de *A. rosaeodora* (palo rosa) en función a la dosis de AIB, a 64 días en cámara de subirrigación

En un experimento similar con *Cedrela odorata*, Murrieta (2010), no encontró diferencias estadísticas significativas respecto de dosis de AIB (0, 2000, 3000 y 4000 ppm), sin embargo, obtuvo 5.6 mm de Longitud de brotes promedio utilizando el tipo de estaquilla apical. Además, refiere que estos resultados son probablemente producto de la necesaria y adecuada porción de reservas de las estaquillas y la alta actividad celular de la sección apical para el desarrollo de las yemas preexistentes, en contraposición a secciones basal y media.

Las experiencias encontradas en Tamshiyacu Loreto, nos muestran que *A. rosaeodora* presenta buenos resultados de germinación de semillas, lo cual es una buena estrategia para su recuperación; sin embargo, las dificultades que presenta en las etapas de floración y fructificación no garantizan el abastecimiento de semillas (Spironello *et al.* 2004); por lo que la propagación asexual mediante sub irrigación sería una estrategia para recuperar esta especie. Asimismo, los buenos resultados de prendimiento inicial obtenidos en el estudio demuestran que, para garantizar la recuperación de la especie, es necesario o urge contar con técnicas de producción vegetativa de plantas de *A. rosaeodora*.

Otras estrategias para recuperar la especie y sobre todo para no impactar en una sola especie con fines de aprovechar el linalool serían las siguientes:

- Realizar estudios de rendimiento y composición del aceite esencial de *Aniba muca* y su comparación con el aceite esencial de *Aniba rosaeodora*.
- Realizar estudios de crecimiento de la especie *Aniba rosaeodora* por periodos más prolongados.
- Realizar estudios de prendimiento inicial y crecimiento de *Aniba muca*
- Realizar ensayos de injertación de *Aniba rosaeodora*, utilizando como patrón *Aniba muca*.

V. CONCLUSIONES

- La especie forestal comúnmente llamada palo rosa, ubicada y con poblaciones naturales en las comunidades del distrito de Puerto Bermúdez, fue identificada como *Aniba muca* (R. & P.) Mez de la familia Lauraceae.
- El prendimiento inicial y adaptación de la especie *Aniba rosaeodora* procedente de Loreto, establecida en las comunidades de Puerto Bermúdez, demuestra que la respuesta de las plantas al prendimiento inicial es buena; encontrándose una sobrevivencia de 93.96 por ciento a los 35 días de instaladas.
- El método de propagación vegetativa fue exitoso, luego de 64 días de instalado el ensayo, se pudo determinar que la interacción de dosis de 4000 ppm de AIB y tipo de estaquilla basal, influyen de forma significativa ($p \leq 0.05$) en el enraizamiento de estaquillas de *Aniba rosaeodora*, alcanzando 44.44 por ciento de enraizamiento, mientras que las interacciones de 0 ppm de AIB y tipo de estaquilla basal y apical, así como 2000 ppm de AIB y tipo de estaquilla media alcanzaron 0 por ciento de enraizamiento. Asimismo, se logró 0.98 como máximo número de raíces promedio, 3.22 mm como mayor longitud de raíz promedio por estaquilla, 100 por ciento de sobrevivencia, 16.67 por ciento de brotación, 94.44 por ciento de callosidad y 0.43 mm como longitud máxima de brotes promedio, debido a otras interacciones y factores.

VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere incluir a la especie *Aniba muca* (R. & P.) Mez; en programas de reforestación y plantaciones futuras ya que, según manifestaciones de los comuneros, esta especie es capaz de producir aceite esencial.
- Se sugiere en futuros ensayos de propagación por sub irrigación de *Aniba rosaeodora* probar concentraciones más cercanas desde 4500, 5000, 5500 y 6000 ppm de AIB; asimismo, realizar la preparación de estaquillas en horas de la mañana y con brotes húmedos.
- Se recomienda mejorar las técnicas de propagación de *Aniba rosaeodora*, siendo una de las alternativas mediante el uso de invernaderos y propagación in vitro.
- Se ha identificado que se extrae aceite esencial de la especie *Aniba rosaeodora* así como de *Aniba muca*; sin embargo, de la especie *Aniba muca*, no se conoce exactamente las concentraciones del aceite, por lo que se sugiere realizar la comparación de ambos aceites en posteriores estudios.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, M; Noguera, P; Carrión, C. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. In Urrestarazu, M (ed.). Barcelona, s.e.p. 113-158.
- AG (Ministerio de Agricultura). 2006. Decreto Supremo N° 043-2006-AG. Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre. Normas Legales - El Peruano.
- Alcántara, J.; Acero, J.; Alcántara, D.; Sánchez, R. 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. Nova 17 (32).
- Alencar, C.; Fernández, P. 1987. Desenvolvimento de árvore nativa em ensaios de espécies. 1. Pau rosa (*Aniba duckei* Kostermans). Acta Amazônica 8 (4): 523 -241.
- Alvarado, A; Solano, A. 2002. Producción de sustratos para Viveros. Costa Rica, s.e.
- Araujo, C. 1967. Sobre a germinação de *Aniba* (Lauraceae) I. *Aniba duckey* Kostermans (Pau-rosa Itauba). Manaus: INPA, 1967 (Botânica, 23).
- Arce, J. 2008. Sistematización de los diagnósticos integrales de seis comunidades nativas Asháninkas en el valle del Pichis. Resumen Ejecutivo. Proyecto: Manejo integral de bosques comunitarios en el valle del Pichis – Selva Central. Lima, Perú. 22 p.
- Arévalo, R. 2004. Prospección y producción de aceite esencial de *Aniba rosaedora* Ducke-Lauraceae Palo de rosa. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 56 p.

- Basauri, Y.; Guerra, W.; Gorbitz, G.; Lombardi, I.; Guerra, H.; Medeiros, E.; Lopes, J.; del Castillo, D.; Rojas, K.; Abanto, C. 2019. Enraizamiento de miniestacas de *Guazuma crinita* M. utilizando diferentes invernaderos, sustratos y aditivos. *Scientia Forestalis. Sci. For.*, V 47, N° 124, p. 632-643. Piracicaba – Brasil.
- Blazich, A. 1988. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. In adventitious root formation in cuttings (Eds. Davis, T. D.; Haissig, B.E. y Sankhla, N.) Portland, Oregon. Dioscorides Press. 132-149 p.
- Bortolini, F.; de Lima, M.; de Alcántara B.; Fanti, P.; Biasi, A.; Quoirin, M.; Koehler, S.; Zuffella, C. 2008. Enraizamiento de estacas de *Ficus benjamina* L. *Scientia Agraria* 4: 539-543.
- Botti, C. 1999. Principios de la propagación y técnicas de propagación por estacas. En: Manejo tecnificado de invernaderos y propagación de plantas. Departamento de Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 72-82 p.
- CANPRODEM (Cámara Nacional de la Producción y el Emprendimiento). 2007. Informes de diagnóstico de la planificación de la zonificación territorial y el uso de recursos naturales de las 6 Comunidades Nativas del valle del Pichis.
- Carrera, V. 1997. La propagación vegetativa en el género *Pinus*. *Ciencia forestal (México)* 2(7): 3-29 p.
- Carrera, F. 1987. Resultados de las experiencias de las plantaciones forestales Von Humbolt. Documento de trabajo N° 5 CENFOR XII-Pucallpa. 77 p.
- Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. 2007. *Aniba rosaeodora*. Consultado 12 ene. 2015. Disponible en <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=257&method=display&AAT>.

- Chacón, T. 2003. Características del aceite esencial de Palo rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) obtenido por dos métodos de destilación. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 81 p.
- CI (Conservación Internacional). 2008. Estudio de Línea Base del Proyecto Manejo Integral de Bosques Comunitarios en el Valle del Pichis - Selva Central, Perú.
- CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2019. Apéndices I, II y III en vigor a partir del 26 de noviembre de 2019. Consultado 15 nov. 2019. Disponible en <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php>
- Comex Stat. 2022. Sistema para consultas y extracción de datos del comercio exterior brasileño. Ministerio de Industria Comercio Exterior y Servicios. Gobierno Federal de Brasil. Consultado en julio del 2022. Disponible en <http://comexstat.mdic.gov.br/es/geral/11371>.
- Coppen, W. 1995. Flavours and fragrances of plant origin Roma.
- Cortegano, B. 2006. Evaluación del crecimiento inicial del palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) en dos tipos de ambiente en Tamshiyacu, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 59 p.
- Da Silva, J. 2000. Estudios analíticos y modificación química mediante acetilación del linalool contenido en aceite esencial de la especie *Aniba duckei* Kostermans. Tesis presentada para obtener el título de Doctor en Ciencias (Química Analítica). Universidad de Sao Paulo. Instituto de química de San Carlos. San Carlos, Brasil. 150 p.
- Delvin, M. 1980. Fisiología Vegetal. Tercera Edición. Traducido por X. Limosa Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 517 p.

- Díaz, E. 1991. Técnicas de enraizado de estacas juveniles de *Cedrela odorata* y *Gmelina arborea* Linn. Tesis para optar el grado de Magister en Ciencias. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 93 p.
- Easley, F. 1989. Tendencia en el potencial de enraizamiento de *Eucalyptus grandis*. Cartón de Colombia. Informe de investigación N° 126. 5 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2018. El Estado de los Bosques del Mundo, las vías forestales hacia el desarrollo sostenible. Roma - Italia. Consultado 08 dic. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/i9535es/i9535es.pdf>. Consultado en diciembre 2019.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1999. Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales. ISSN 0251 – 1584. Consultado 06 feb. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x2450s/x2450s00.HTM>.
- Flores, D.; López M.; López, J.; Cetina, V.; Hernández, T. 2013. Factores de influencia en el enraizamiento de estacas de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. et Cham. Rev. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 9(1): 175-178. México. Consultado 20 ene. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/629/62926254014.pdf>.
- Flores, M. 2010. Evaluación del efecto de cinco dosis de fitohormona, tres tipos de sustrato y tres rasgos de morfotipo en el enraizamiento de estaquillas juveniles de *Amburana cearensis* (allemão) a.c. Smith (ishpingo), en ambientes controlados, en Pucallpa – Ucayali, Perú”. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad Nacional de Ucayali. 123 p.
- Gatica, N. 2015. Acido Indol 3 Butirico con diferentes sustratos en la formación de callos y el enraizamiento en estaquillas de *Aniba rosaeodora* Ducke “palo rosa” en Jenaro Herrera, Loreto. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 59 p.

- Gispert, C. 1984. Frutales y Bosque. Biblioteca Práctica Agrícola Ganadera. Tomo 3. Ediciones Océano. Barcelona-España, 204 p.
- Gobierno del Estado de México. 2007. Manual de producción de planta forestal. Clima Templado. Secretaría de Desarrollo Agropecuario Protectora de Bosques. México. 179 p.
- Grof, B; Ramírez, A.; Buch, C. 1981. Técnicas en propagación por estacas de leguminosas forrajeras. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. Cali, Colombia. 21 p.
- Guerra, H.; Arévalo, L.; Vásquez, A.; Guerra, W.; Del Castillo, D. 2018. Manual técnico de propagación vegetativa de Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) en ambientes controlados. Consultado 25 jul. 2018. Disponible en http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/378/1/Guerra_documentotecnico_2018.pdf.
- Gutiérrez, B. 1995. Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. División Silvicultura, Instituto Forestal, Barros Arana 121. Concepción, Chile.
- Gutiérrez, B.; Ipinza, R. 1998. La Multiplicación clonal en el mejoramiento genético forestal. Apuntes del Curso Mejora Genética Forestal Operativa. Universidad Austral. Valdivia, Chile. 122 p.
- Haissig, E. 1974. Influences of auxin and auxin synergists on adventitious root primordium initiation and development. *New Zealand of Forestry Science*, 4(2):311-323.
- Hartmann, H.; Kester, D. 1996. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Editorial continental S.A. México. 814 p.
- Hartmann, H.; Kester, D. 1988. Propagación de plantas, Principios y prácticas. Trad. Por Marino Ambrosio A. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 814 p.

- Hartmann, H.; Kester, D. 1983. Propagación de plantas, Principios y prácticas. Trad. Por Marino Ambrosio A. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 693 p.
- Hartmann, H.; Kester, D. 1977. Propagación de plantas, Principios y prácticas. Editorial Continental. México D.F. 873 p.
- Henríquez, E. 2004. Evaluación de tres factores de enraizamiento en estacas de morera (*Morus alba*). Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 77 p. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101738>. Consultado en febrero de 2020.
- Holdridge, R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Traducido por Humberto Jiménez Saa. Centro Científico Tropical de Investigación y Enseñanza. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Serie Libros y Materiales Educativos N° 34. San José, Costa Rica. 216 p.
- Homma, O. 2003. Historia da agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 274 p.
- Howland, P. 1975. Vegetative propagation methods for *Triplochiton scleroxylem* K. Schum. proceedings of the symposium on variation and Breeding systems of *Triplochiton scleroxylem* K. Schum. Ibadan, Nigeria, 21-28 April, 1975, 99-108.
- Inga, E. 2003. Caracterización de un rodal de *Aniba muca* (R. & P.) Mez (Palo de rosa) en la cuenda del río Sheshea. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 60 p.
- Kometter, R. 2019. Diagnóstico general, poblaciones naturales de *Aniba rosaeodora* Ducke “palo rosa”. Bio Modus tropical. 47 p. Consultado 04 set. 2020. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/341301141>.
- Kubitzki, K.; Renner, S. 1982. Lauracea 1 (*Aniba* and *Aiouea*). Fl. Neotropica Monogr. 31: 1-125.

- Leakey, R. 2004. Physiology of Vegetative Reproduction. Agroforestry and Novel Crops Unit. School of Tropical Biology. James Cook University. PO Box 6811. Cairns Australia. 18 p. Consultado 08 nov. 2019. Disponible en file:///C:/Users/adan/Downloads/Encyclopedia_of_Forest_Science_Vegetativepropagation.pdf.
- Leakey, R.; Mesén, F. 1991. Propagación vegetativa de especies forestales: enraizamiento de estacas suculentas. Manual sobre mejoramiento genético con referencia especial a América Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 113-133 p.
- Leakey, B; Longman, A. 1988. Low-tech cloning of tropical trees. *Appropriate Technology*. 15(1):6.
- Leakey, B.; Mesén, F.; Tchoundjeu, Z.; Longman, A.; Dick, J.; Newton, A.; Matin, A.; Grace, J.; Munro, C.; Muthoka, N. 1990. Low technology techniques for vegetative propagation of tropical trees. En: *Commonwealth Forestry Review*. Vol. 66, no.1; p. 61-75.
- Loach, K. 1988. Water relations and adventitious rooting. In *Adventitious root formation in cuttings*. Ed. By T.D. Davis; B.E. Haissig; N.B. Sankhla. Portland, Or. EE.UU., Dioscorides Press. 102-116 p.
- Loewe, V.; Toral, M.; Fernández, M., Pineda, G.; López, C.; Urquieta, E. 1997. Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional – Monografía de Álamo *Populus spp.* Instituto Forestal de Chile INFOR, Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago, Chile. 101 p.
- Longman, K. 1993. Cortes de enraizamiento de árboles tropicales. *Arboles Tropicales. Manuales de propagación y plantación*. Vol. 1. Commonwealth Science Council. Consultado 20 jul. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/AD231E/AD231E00.htm>.
- Martínez, P; Roca, D. 2011. Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. (en línea). In Flórez, V (ed.). Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. p. 37-77. Consultado 10 ago. 2019. Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/237100771_Sustratos_para_el_cultivo_sin_suelo_Materiales_propiedades_y_manejo.

- May, P.; Barata, L. 2004. Rosewood exploitation in the brazilian amazon: options for sustainable production. *Economic Botany* 58(2): 257-265.
- Mejía, K; Rengifo, E. 2000. *Plantas Medicinales de Uso Popular en la Amazonía Peruana*. Agencia Española de Cooperación Internacional. Lima, Perú. 286 p.
- Mesén, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: Uso de propagadores de sub irrigación. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza- CATIE. Programa de Investigación. Proyecto de semillas forestales – PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica. 40 p.
- Mesén, F. 1993. Vegetative propagation of Central American hardwoods. Thesis (Ph.D.) Edinburgh, SC: University of Edinburgh. 231 p.
- Mesén, F.; Leakey, R.; Newton, A. 1992. Hacia el Desarrollo de técnicas de silvicultura clonal para el pequeño finquero. *El chasqui* 28: 6-18.
- MBG (Missouri Botanical Garden). 2019. *Aniba rosaeodora*. Disponible en <http://www.tropicos.org>. Consultado en diciembre 2009.
- MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). 2022. Anuario Forestal y de Fauna Silvestre 2021. Publicado por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. Lima, Perú. 140 p.
- MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). 2021. Anuario Forestal y de Fauna Silvestre 2020. Publicado por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. Lima, Perú. 125 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2020. Anuario Forestal y de Fauna Silvestre 2019. Publicado por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. Lima, Perú. 132 p.

- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2019. Anuario Forestal y de Fauna Silvestre 2018. Publicado por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. Lima, Perú. 187 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2019. Anuario Forestal y de Fauna Silvestre 2017. Publicado por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. Lima, Perú. 124 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2018. Anuario Forestal y de Fauna Silvestre 2016. Publicado por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. Lima, Perú. 108 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2015. Dictamen de extracción no perjudicial de *Aniba rosaeodora* Ducke procedente del medio natural. Consultado 15 dic. 2019. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/Dictamen-ENP-palo-rosa.pdf>.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2017. Estudio de las Poblaciones de Especies de Flora Silvestre Priorizadas “palo rosa” y “Shihuahuaco”. 120 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2017. Diagnóstico y propuesta metodológica para el estudio poblacional de *Aniba rosaeodora* (palo rosa) en el Perú. 73 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2018. Estudio Poblacional de “Palo Rosa” En Loreto. 86 P.
- Murillo, O.; Rojas, J.; Badilla, Y. 2003. Reforestación Clonal. Taller de Publicaciones. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR. 36 p.
- Murrieta, C. 2010. Influencia del morfotipo, fitohormona y sustrato en la propagación de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. (Cedro colorado), en Pucallpa, Perú. Tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 102 p.

- Newton, C; Jones, A. 1993. Caracterización del microclima en sistemas de propagación de niebla y sin niebla, *Journal of Horticultural Science*, 68: 3, 421-430. Disponible en 10.1080 / 00221589.1993.11516369.
- Núñez, Y. 1997. Propagación vegetativa del cristóbal (*Platymiscium pinnatum* Benth); pilon (*Hyeromina alchorneoides* Allemo) y surá (*Terminalia oblonga* Ruiz & Pavon) mediante el enraizamiento de estacas juveniles. Tesis Mg. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 172 p.
- ONERN, 1981. Inventario y evaluación Semidetallada de los Recursos Naturales de la Zona del Río Pichis (Proyecto Pichis - Palcazu). Informe y Anexos. 360p. + Anexos.
- Parry, S. 1976. Método de plantación de bosques en África Tropical. FAO. Cuaderno de fomento forestal, N° 8. 334 p.
- Pedroso, M. 1984. Silvicultura do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). In: 1° Simposio do Trópico Umido, Anais. Vol II. 313 -324.
- Pérez, J.; Pérez, M.; Araujo, J. 2018. Manual para el cultivo de palo rosa. Instituto Laudato Sí. Serie Técnica N° 2. Centro de Investigación, Enseñanza y Producción Agroforestal (CEPIAGRY). 55 p.
- Pire, R; Pereira, A. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. *Bioagro* 15(1):55-63.
- Quijada, C. 1980. Propagación vegetativa. 2 ed. Madrid, España. 84 p.
- Radfor, E.; Dickinson, R.; Massey, R.; Bell, C. 1974. Vascular plant systematics. Harper et Row, London. 891 p.
- Ramos, A. 2004. Propagación vegetativa de *Sequoia sempervirens* (D. Don) Ende, a través de estacas. Memoria para el Título Profesional de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 25-40 p.

- Rengifo, E.; Campos, J. 2007. Perfil de plan de manejo de palo rosa (*Aniba rosaedora* Ducke). Localidad de Tamshiyacu, distrito de Fernando Lores, provincia de Maynas departamento de Loreto. Programa de Investigaciones del Aprovechamiento Sostenible de la Biodiversidad – IIAP. Iquitos, Perú. 33 p.
- Rodríguez, E.; Rojas, R. 2002. El Herbario. Administración y manejo de colecciones botánicas. Editado por R. Vásquez M. Jardín Botánico de Missouri, Perú. 200 p.
- Rojas, S.; García, J.; Alarcón, M.; Escobar, C.; Cipagauta, M.; Solarte, H.; Osorio, V.; Barahona, R.; Trujillo, R.; Tróches, J.; Rivera, E.; Colorado, G.; Cadena, F. 2004. Propagación asexual de plantas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Produmedios, Bogotá DC, Colombia. 56 p.
- Ruiz-Solsol, H.; Mesén, F. 2010. Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Nota Técnica. Agron. Costarricense vol.34 n.2. Consultado 23 jul. 2019. Disponible en https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242010000200011&script=sci_arttext.
- Saboya, G. 2010. Análisis técnico y económico en la producción de la cascarilla de arroz carbonizada (CAC) como sustrato para la propagación vegetativa de estacas juveniles de caoba (*Swietenia macrophylla* king) en cámara de sub-irrigación, Pucallpa, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 128 p.
- Sajjad, Y. 2017. Application of plant growth regulators in ornamental plantas: a review. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 54, pp. 327-33.
- Sampaio, B. 1993. Rosewood (*Aniba duckei*, Lauraceae). Income Generating Forest and Conservation in Amazonia. Clay, J. W.; Clement, C.R. FAO – Roma. 228 p.
- Sampaio, L; Da Cruz, J. 1979. Fenologia do pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans), Lauraceae, em floresta primária na Amazônia Central. Acta Amazônica 9(2): 227-232.

- Sampaio, B.; Ferraz, K.; Camargo, C. 2003. Pau-rosa *Aniba rosaeodora* Ducke Lauraceae. Manual de sementes. Fascículo 3. Consultado 28 ene. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/283734041_Pau-Rosa_Aniba_rosaeodora_Ducke_Lauraceae.
- Sampaio, B.; Noda, H.; Parente, P. 1987. Enraizamiento de estacas de material juvenil de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* DUCKE – Lauraceae). Acta Amazónica, 19 (único). Manaus, Brasil. Pág. 391 – 400.
- Sevilla, R.; Holle, M. 2004. Recursos Genéticos Vegetales. Ed. Torre Azul. Lima, Perú.
- Sisaro, D.; Hagiwara, J. 2016. Propagación vegetativa por medio de estacas de talla. Primera edición. Hurlingham, Buenos Aires – Argentina. Ediciones INTA. 16 P.
- Soudre, M.; Mueras, L.; Limache, A.; Guerra, H.; Mese, F.; Pérez, F. 2011. Propagación vegetativa de tornillo *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) mediante enraizamiento de estacas juveniles en propagador de subirrigación. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Folia Amazónica. 20 (1-2): 83-94.
- Soudre, M.; Guerra, H.; Mueras, L.; Vásquez, A.; Flores, M.; Murrieta, C.; Vidal, F.; Ríos, R.; Paredes, O.; Guerra, W.; Del Castillo, D.; Yepes, F. 2010. Protocolo para el óptimo enraizamiento de estaquillas de cinco especies maderables. Proyecto PROVEFOR. IIAP, FINCYT. Ucayali, Pucallpa, Perú.
- Soudre, M.; Mesén, F.; Del Castillo, D.; Guerra, H. 2008. Memoria del curso internacional Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP / FINCYT. Pucallpa, Perú. 107 P.
- Spironello, W.; Sampaio, P.; Ronchi-teles, B. 2004. Producción y depredación de frutas en *Aniba rosaeodora* Ducke var. amazonica Ducke (Lauraceae) en la siembra en el sistema forestal de tierras altas en la Amazonía central. Acta Botanica Brasilica, 18(4): 801–807. Consultado 05 feb. 2020. Disponible en <https://www.scielo.br/pdf/abb/v18n4/23214.pdf>.

- Torres, A. 2003. Relação entre sazonalidade desrama e carboidratos no crescimento do eucalipto na propagação vegetativa por miniestaquia. Dissertação Mestrado. Piracicaba, SP, Brasil. Escola Superior de Agricultura Luiz de Quiroz. Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 65 p.
- Toyoko, S.; Do Santos, L. 2004. Pau – rosa *Aniba rosaeodora* Ducke. Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazonia – ITRS N° 4. Belem – PA, Brasil.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2019. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN, Versión 2014.3. Consultado 20 dic. 2019. Disponible en <http://www.iucnredlist.org>.
- UNU (Universidad Nacional de Ucayali). 2010. Estación Climatológica Principal. Convenio UNU -SENAMHI.
- Urbina, V. 2009. Propagación de los frutales. Monografías de fruticultura N° 7. Proyección para clases. Capítulo 3. Estaquillado. 55 p.
- Valera, L; Garay, V. S/F. Guía de apoyo docente producción vegetal y establecimiento de plantaciones. Tema 3: Propagación asexual de plantas. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal, Cátedra de Plantaciones. 8 p.
- Varty, N. 1998. *Aniba rosaeodora*. The IUCN Lista Roja de Especies Amenazadas. Consultado 19 dic. 2020. Disponible en <https://www.iucnredlist.org/es>. <http://www.redlist/>
- Vásquez, C.; Orozco, A.; Rojas, M.; Sánchez, M; Cervantes, V. 1997. La reproducción de las planas: semillas y meristemos (en línea). Biblioteca digital La Ciencia para Todos. Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa. Consultado 18 set. 2019. Disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/menu.htm>.
- Vernier, M.; Cardoso, B. 2013. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas em espécies frutíferas e ornamentais Rev. Elet. Edu. Ciências. Garça (3):2 11-16.

- Vidal, F. 2010. Evaluación de cinco dosis del ácido indolbutírico, sustratos y características morfológicas en el enraizamiento de estacas juveniles de *Simarouba amara* Aubl. (marupa), Pucallpa – Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 177 p.
- Vieira, D. 2005. Caracterização genética e propagação in vitro de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, para obtenção do título de *Master Scientiae* em Ciências de Florestas Tropicais. Manaus, Amazonas, Brasil. 49 p.
- Vieira, A. 1972. Aspectos Silviculturais do "Pau-rosa" (*Aniba duckei* Kostermans). II - Estudos sobre métodos de propagação. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Acta Amazonica. Vol. 2 N° 1. Manaus, Brasil.
- Wells, J. 1979. Plant propagation practices. 14° printing. New York. USA. Macmillan Publishing co., INC. 334 p.
- Yepes, F.; Del Castillo, D.; Chung, J.; Rengifo, E. 2010. Avances en la propagación vegetativa de palo rosa *Aniba rosaeodora* Ducke (Lauraceae). Revista Xilema. Vol. 23 N°1 (60-61).
- Zanoni, C. 1975. Propagación vegetativa por estacas de ocho especies forestales. Tesis M.Sc. Universidad de Costa Rica (UCR), San José, Costa Rica / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación palo rosa (*Aniba rosaeodora*) en cámara de sub irrigación

Tesista:
Edad del ensayo:

Fecha de Instalación:
Fecha de evaluación:

Evaluador:

BLOQUE	TRATAM (Codigo)	ESTAQUILLA (N°)	DIAM (mm)	RAIZ (1)		CALLO (2) (N°)	BROTE AEREO (3)		VIGOR (4) (Código)	Observaciones (Describir)
				(N°)	Longitud (mm)		N° brotes	Long (mm)		

Anexo 2. Identificación botánica de palo rosa procedente de Puerto Bermúdez – Oxapampa, Pasco



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES: FAX: 349-2041, TEF: 349-5647 / 349-5669, Anexo .203 / 244, APDO. 12-056 LA MOLINA LIMA PERU



CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud del Señor Adan Fernández Silva, se proporciona la identidad de los especímenes indicados, los cuales se hallan depositados en el Herbario Forestal (MOL), con la sigla consignada.

Zona de colección : Puerto Bermudez

SIGLA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	FAMILIA
EM04	<i>Aniba muca (R. & P.) Mez</i>	Palo rosa	LAURACEAE
EM07	<i>Aniba muca (R. & p.) Mez</i>	Palo rosa	LAURACEAE

La Molina, 18 de junio 2009

* ROGAMOS A LOS USUARIOS DE LOS SERVICIOS DEL HERBARIO FORESTAL (MOL) TENER ESPECIAL CUIDADO EN TRANSCRIBIR CORRECTAMENTE LOS NOMBRES PROPORCIONADOS

Anexo 3. Resultados del análisis estadístico – INFOSTAT

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P enraiz 100	216	0.56	0.54	77.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40192.59	11	3653.87	23.82	<0.0001
Estaca_tipo	6181.48	2	3090.74	20.15	<0.0001
dosis_hormonal	20725.93	3	6908.64	45.04	<0.0001
Estaca_tipo*dosis_hormonal..	13285.19	6	2214.20	14.44	<0.0001
Error	31288.89	204	153.38		
Total	71481.48	215			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=4.98247

Error: 153.3769 gl: 204

Estaca tipo	Medias	n	E.E.
basal	22.78	72	1.46
media	15.28	72	1.46
apical	9.72	72	1.46

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=6.34995

Error: 153.3769 gl: 204

dosis hormonal	Medias	n	E.E.
4000.00	27.78	54	1.69
8000.00	22.96	54	1.69
2000.00	9.26	54	1.69
0.00	3.70	54	1.69

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=14.11628

Error: 153.3769 gl: 204

Estaca tipo	dosis hormonal	Medias	n	E.E.
basal	4000.00	44.44	18	2.92
basal	8000.00	35.56	18	2.92
media	4000.00	27.78	18	2.92
media	8000.00	22.22	18	2.92
apical	2000.00	16.67	18	2.92
apical	4000.00	11.11	18	2.92
apical	8000.00	11.11	18	2.92
media	0.00	11.11	18	2.92
basal	2000.00	11.11	18	2.92
apical	0.00	0.00	18	2.92
media	2000.00	0.00	18	2.92
basal	0.00	0.00	18	2.92

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Nueva tabla : 10/08/2019 - 15:31:14 - [Versión : 11/09/2017]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
p sobrev	100	216	0.35	0.31	12.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14259.26	11	1296.30	9.92	<0.0001
Estaca_tipo	92.59	2	46.30	0.35	0.7022
dosis_hormonal	6111.11	3	2037.04	15.58	<0.0001
Estaca_tipo*dosis_hormonal..	8055.56	6	1342.59	10.27	<0.0001
Error	26666.67	204	130.72		
Total	40925.93	215			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=4.59975

Error: 130.7190 gl: 204

Estaca_tipo	Medias	n	E.E.	
basal	90.28	72	1.35	A
media	90.28	72	1.35	A
apical	88.89	72	1.35	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=5.86218

Error: 130.7190 gl: 204

dosis_hormonal	Medias	n	E.E.	
2000.00	98.15	54	1.56	A
4000.00	88.89	54	1.56	B
0.00	88.89	54	1.56	B
8000.00	83.33	54	1.56	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=13.03196

Error: 130.7190 gl: 204

Estaca_tipo	dosis_hormonal	Medias	n	E.E.		
media	2000.00	100.00	18	2.69	A	
apical	2000.00	100.00	18	2.69	A	
media	4000.00	100.00	18	2.69	A	
basal	2000.00	94.44	18	2.69	A	
basal	8000.00	88.89	18	2.69	A	B
basal	4000.00	88.89	18	2.69	A	B
basal	0.00	88.89	18	2.69	A	B
apical	8000.00	88.89	18	2.69	A	B
apical	0.00	88.89	18	2.69	A	B
media	0.00	88.89	18	2.69	A	B
apical	4000.00	77.78	18	2.69	B	C
media	8000.00	72.22	18	2.69	C	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Nueva tabla : 10/08/2019 - 16:06:48 - [Versión : 11/09/2017]

Análisis de la varianza

Variable N	R ²	R ² Aj	CV	
p brot 100	216	0.34	0.31	195.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8703.70	11	791.25	9.68	<0.0001
Estaca_tipo	1203.70	2	601.85	7.37	0.0008
dosis_hormonal	3888.89	3	1296.30	15.87	<0.0001
Estaca_tipo*dosis_hormonal..	3611.11	6	601.85	7.37	<0.0001
Error	16666.67	204	81.70		
Total	25370.37	215			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=3.63642

Error: 81.6993 gl: 204

Estaca_tipo	Medias	n	E.E.	
media	6.94	72	1.07	A
basal	5.56	72	1.07	A
apical	1.39	72	1.07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=4.63446

Error: 81.6993 gl: 204

dosis hormonal	Medias	n	E.E.			
0.00	11.11	54	1.23	A		
2000.00	5.56	54	1.23		B	
8000.00	1.85	54	1.23		B	C
4000.00	0.00	54	1.23			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=10.30267

Error: 81.6993 gl: 204

Estaca_tipo	dosis hormonal	Medias	n	E.E.			
basal	0.00	16.67	18	2.13	A		
media	2000.00	16.67	18	2.13	A		
media	0.00	11.11	18	2.13	A	B	
basal	8000.00	5.56	18	2.13		B	C
apical	0.00	5.56	18	2.13		B	C
apical	4000.00	0.00	18	2.13			C
apical	8000.00	0.00	18	2.13			C
apical	2000.00	0.00	18	2.13			C
media	4000.00	0.00	18	2.13			C
basal	2000.00	0.00	18	2.13			C
media	8000.00	0.00	18	2.13			C
basal	4000.00	0.00	18	2.13			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Nueva tabla : 10/08/2019 - 16:08:56 - [Versión : 11/09/2017]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
p callos 100	216	0.33	0.29	21.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26481.48	11	407.41	9.02	<0.0001
Estaca_tipo	1203.70	2	601.85	2.26	0.1075
dosis_hormonal	3148.15	3	1049.38	3.93	0.0093
Estaca_tipo*dosis_hormonal..	22129.63	6	3688.27	13.82	<0.0001
Error	54444.44	204		266.88	
Total	80925.93	215			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=6.57244

Error: 266.8845 gl: 204

Estaca tipo	Medias	n	E.E.
apical	79.17	72	1.93
media	77.78	72	1.93
basal	73.61	72	1.93

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=8.37629

Error: 266.8845 gl: 204

dosis hormonal	Medias	n	E.E.
2000.00	81.48	54	2.22
4000.00	79.63	54	2.22
8000.00	74.07	54	2.22
0.00	72.22	54	2.22

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=18.62096

Error: 266.8845 gl: 204

Estaca tipo	dosis hormonal	Medias	n	E.E.
media	4000.00	94.44	18	3.85
apical	8000.00	83.33	18	3.85
media	2000.00	83.33	18	3.85
apical	0.00	83.33	18	3.85
basal	8000.00	83.33	18	3.85
basal	2000.00	83.33	18	3.85
media	0.00	77.78	18	3.85
apical	2000.00	77.78	18	3.85
basal	4000.00	72.22	18	3.85
apical	4000.00	72.22	18	3.85
basal	0.00	55.56	18	3.85
media	8000.00	55.56	18	3.85

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Nueva tabla : 10/08/2019 - 16:13:22 - [Versión : 11/09/2017]

Análisis de la varianza

Variable N	R ²	R ² Aj	CV	
L brote mm	216	0.07	0.02	472.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.48	11	1.13	1.48	0.1399
Estaca_tipo	1.62	2	0.81	1.06	0.3488
dosis_hormonal	5.52	3	1.84	2.40	0.0687
Estaca_tipo*dosis_hormonal..	5.34	6	0.89	1.16	0.3272
Error	156.11	204	0.77		
Total	168.59	215			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.35194

Error: 0.7653 gl: 204

Estaca tipo	Medias	n	E.E.
media	0.28	72	0.10
basal	0.21	72	0.10
apical	0.07	72	0.10

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.44853

Error: 0.7653 gl: 204

dosis hormonal	Medias	n	E.E.
0.00	0.43	54	0.12
2000.00	0.22	54	0.12
8000.00	0.09	54	0.12
4000.00	0.00	54	0.12

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.99711

Error: 0.7653 gl: 204

Estaca tipo	dosis hormonal	Medias	n	E.E.
media	2000.00	0.67	18	0.21
basal	0.00	0.56	18	0.21
media	0.00	0.44	18	0.21
basal	8000.00	0.28	18	0.21
apical	0.00	0.28	18	0.21
apical	2000.00	0.00	18	0.21
basal	4000.00	0.00	18	0.21
media	8000.00	0.00	18	0.21
media	4000.00	0.00	18	0.21
apical	4000.00	0.00	18	0.21
apical	8000.00	0.00	18	0.21
basal	2000.00	0.00	18	0.21

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Nueva tabla : 10/08/2019 - 16:41:17 - [Versión : 11/09/2017]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N raiz	216	0.13	0.08	305.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	58.13	11	5.28	2.70	0.0029
Estaca_tipo	11.69	2	5.85	2.99	0.0527
dosis_hormonal	29.98	3	9.99	5.10	0.0020
Estaca_tipo*dosis_hormonal..	16.45	6	2.74	1.40	0.2160
Error	399.50	204	1.96		
Total	457.63	215			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.56300

Error: 1.9583 gl: 204

Estaca tipo	Medias	n	E.E.
basal	0.75	72	0.16 A
media	0.44	72	0.16 A
apical	0.18	72	0.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.71752

Error: 1.9583 gl: 204

dosis hormonal	Medias	n	E.E.
4000.00	0.98	54	0.19 A
8000.00	0.63	54	0.19 A
2000.00	0.19	54	0.19 B
0.00	0.04	54	0.19 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=1.59508

Error: 1.9583 gl: 204

Estaca tipo	dosis hormonal	Medias	n	E.E.
basal	4000.00	1.61	18	0.33 A
basal	8000.00	1.17	18	0.33 A B
media	4000.00	1.11	18	0.33 A B
media	8000.00	0.56	18	0.33 A B
apical	2000.00	0.33	18	0.33 A B
apical	4000.00	0.22	18	0.33 A B
basal	2000.00	0.22	18	0.33 A B
apical	8000.00	0.17	18	0.33 A B
media	0.00	0.11	18	0.33 A B
media	2000.00	0.00	18	0.33 B
apical	0.00	0.00	18	0.33 B
basal	0.00	0.00	18	0.33 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Nueva tabla : 14/10/2019 - 22:27:13 - [Versión : 11/09/2017]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
L raiz	mm	216	0.09	0.04	350.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	720.19	11	65.47	1.82	0.0525
Estaca_tipo	73.37	2	36.69	1.02	0.3625
dosis_hormonal	327.80	3	109.27	3.04	0.0302
Estaca_tipo*dosis_hormonal..	319.02	6	53.17	1.48	0.1872
Error	7338.89	204	35.97		
Total	8059.08	215			

Test: Bonferroni Alfa=0.05

Error: 35.9749 gl: 204

Estaca tipo	Medias	n	E.E.
basal	2.33	72	0.71 A
media	1.88	72	0.71 A
apical	0.93	72	0.71 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test: Bonferroni Alfa=0.05

Error: 35.9749 gl: 204

dosis hormonal	Medias	n	E.E.
4000.00	3.22	54	0.82 A
8000.00	2.60	54	0.82 A
2000.00	0.81	54	0.82 B
0.00	0.22	54	0.82 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

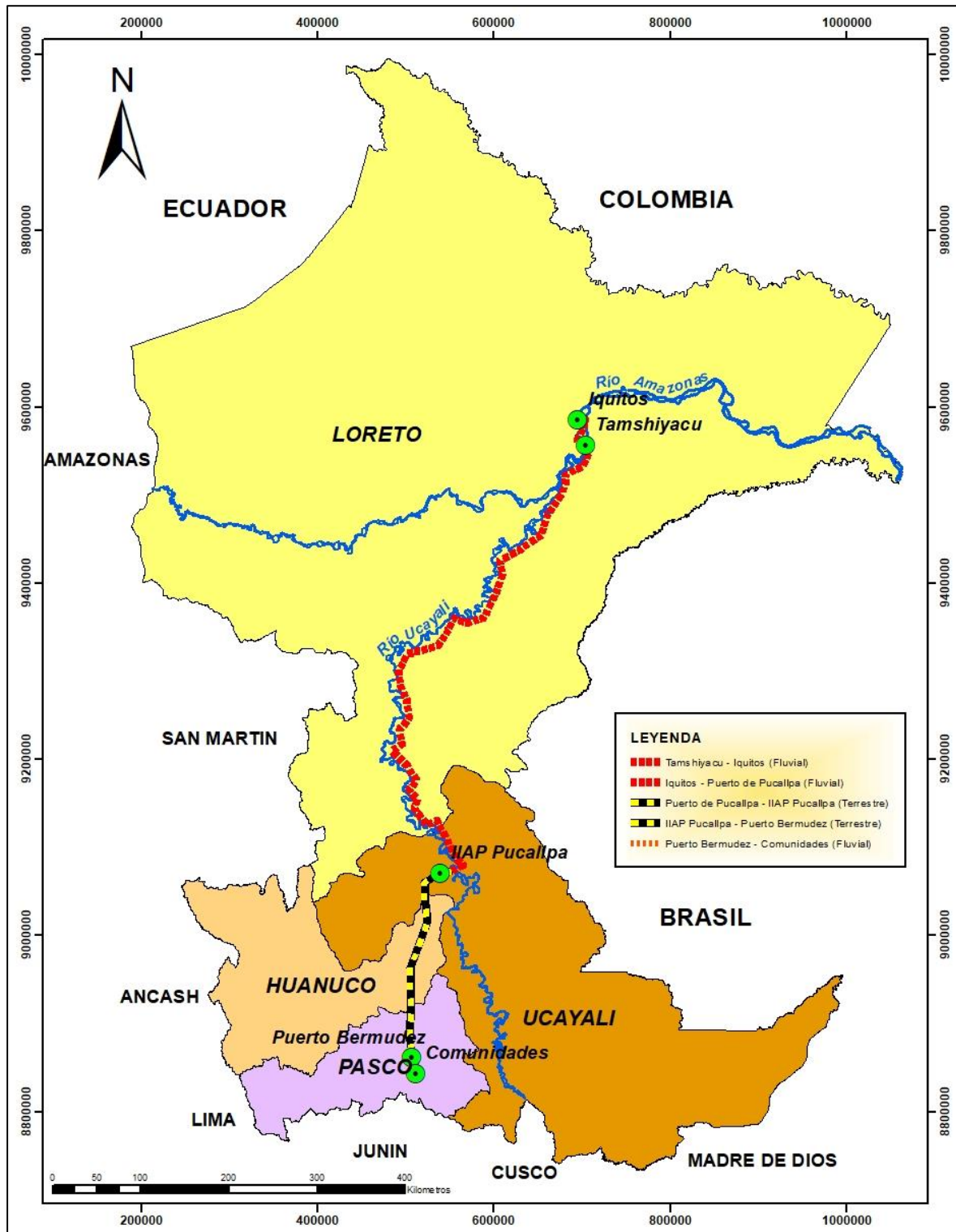
Test: Bonferroni Alfa=0.05

Error: 35.9749 gl: 204

Estaca tipo	dosis hormonal	Medias	n	E.E.
basal	4000.00	5.82	18	1.41 A
media	8000.00	3.96	18	1.41 A
basal	8000.00	3.28	18	1.41 A
media	4000.00	2.89	18	1.41 A
apical	2000.00	2.22	18	1.41 A
apical	4000.00	0.94	18	1.41 B
media	0.00	0.67	18	1.41 B
apical	8000.00	0.56	18	1.41 B
basal	2000.00	0.22	18	1.41 B
basal	0.00	0.00	18	1.41 B
apical	0.00	0.00	18	1.41 B
media	2000.00	0.00	18	1.41 B

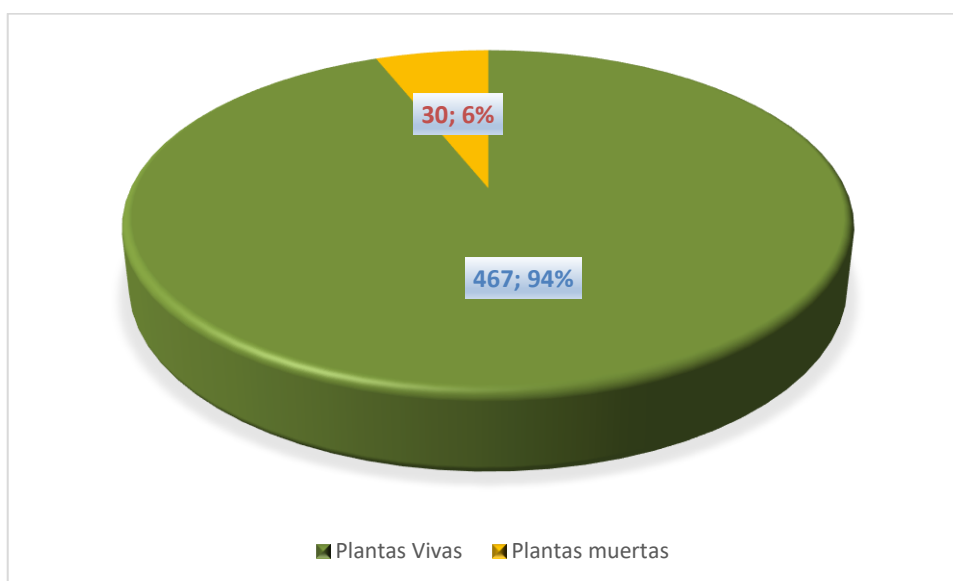
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4. Ruta del traslado de plántulas de *Aniba rosaeodora*, para ensayos de sub irrigación (IIAP – Ucayali) y plantación (en comunidades de Puerto Bermúdez)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Resultados de la evaluación del prendimiento inicial de *Aniba rosaeodora* a 35 días de instaladas en las comunidades nativas de Puerto Bermúdez



Anexo 6. Esquema del estudio desarrollado

Donde se realizó	Comunidades Nativas de Puerto Bermúdez		Vivero del IIAP Ucayali - Pucallpa
Objetivo específico	1. Identificar y describir la especie comúnmente conocida como palo rosa de las comunidades de Puerto Bermúdez	2. Evaluar el prendimiento inicial de plántulas de <i>Aniba rosaeodora</i> , procedentes de Loreto, en las comunidades de Puerto Bermúdez	3. Evaluar la influencia de tres tipos de estaquillas juveniles y dosis de AIB en el enraizamiento de <i>Aniba rosaeodora</i> , mediante la propagación vegetativa en cámara de sub irrigación
Actividades desarrolladas	<ul style="list-style-type: none"> Georreferenciación Colecta de muestras botánicas Identificación taxonómica 	<ul style="list-style-type: none"> Obtención y traslado de plántulas Plantación Evaluación del prendimiento inicial 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación del huerto <u>yemero</u> Instalación de ensayos en cámara de sub irrigación: - nivel, tipo, diseño, población y muestra, descripción del experimento (construcción del propagador, preparación del sustrato, recolección y preparación de estaquillas, aplicación de hormonas, siembra de estaquillas, etc) Recolección y procesamiento de datos Evaluación de variables
<p>Nota: Para realizar las actividades de los objetivos específicos 2 y 3, se adquirió 1,100 plántulas de <i>Aniba rosaeodora</i> en la localidad de <u>Tamshiyacu</u> – Loreto; de los cuales se tuvo una pérdida de 26 plántulas debido a deterioro por carga y descarga durante el traslado. De los 1,074 plántulas restantes, 894 fueron instalados en las comunidades de Puerto Bermúdez (objetivo específico 2) y 180 plántulas fueron empleados para los ensayos en el IIAP de Ucayali (objetivo específico 3)</p>			