



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROFORESTAL

**“Efecto de diversos tratamientos en la propagación vegetativa de estacas de
Amburana sp. en condiciones de vivero del anexo experimental INIA, San
Ramón, Junín”**

Tesis para optar al Título Profesional de:
INGENIERO AGROFORESTAL

Presentado por:
KATHERINE PAOLA SANDOVAL CERRON

Asesor:
José Eloy Cuellar Bautista

Lima – Perú
2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 11 de junio de 2019.

Los integrantes del Jurado de Tesis:

Presidente: Dra. María de los Ángeles La Torre Cuadros
Miembro: Dra. Gladys Liliana Lino Villanueva
Miembro: Mg. Sc. Julio Victor Ocaña Vidal

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“EFECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Amburana* sp. EN CONDICIONES DE VIVERO DEL ANEXO EXPERIMENTAL INIA - SAN RAMÓN, JUNÍN”

Presentada por la bachiller:

- **KATHERINE PAOLA SANDOVAL CERRON**

Para optar al Título Profesional de **Ingeniera Agroforestal**

Asesorada por:

- **Dr. JOSE ELOY CUELLAR BAUTISTA**


Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:

KATHERINE PAOLA SANDOVAL CERRON			Nota (escrito): 16
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


Presidente del Jurado
 Dra. María de los Ángeles
 La Torre Cuadros


Miembro del Jurado
 Dra. Gladys Liliana Lino
 Villanueva


Miembro del Jurado
 Mg. Sc. Julio Victor Ocaña
 Vidal


Asesor
 Dr. Jose Eloy Cuellar
 Bautista

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCION	8
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
III. OBJETIVOS	11
1.1 Objetivo general:	11
1.2 Objetivos específicos:	11
IV. JUSTIFICACION	11
V. ANTECEDENTES	13
VI. MARCO TEORICO	15
1. Generalidades de Ishpingo – <i>Amburana</i> sp.	15
2. Generalidades sobre la Propagación Vegetativa	18
2.1 Propagación vegetativa	18
2.2 Propagación por estacas	18
2.3 Proceso de enraizamiento de estacas	19
2.4 Reguladores de crecimiento	23
VII. MATERIALES	24
1. Material Vegetal.....	24
2. Materiales para la preparación del sustrato.....	24
3. Materiales para preparación de hormona.....	24
4. Materiales de campo para colecta.....	24
5. Materiales para la instalación de estacas.....	25
VIII. METODOLOGÍA	26
1. Síntesis metodológica	26
6. Ubicación y descripción del área de estudio	26
7. Selección y colecta de árboles donadores de material vegetativo	27
8. Preparación de sustratos.....	28
9. Preparación de estacas.....	29
10. Aplicación de la hormona a la estaca.....	29
11. Plantación de estacas	29

12.	Diseño experimental.....	30
13.	Variables y factores del estudio	30
14.	Parámetros a evaluar	32
IX.	RESULTADO Y DISCUSIONES	33
1.	Fv4Porcentaje de sobrevivencia de las estacas.....	33
2.	Porcentaje de Brotación en las estacas	37
3.	Presencia de callos en las estacas.....	40
4.	Porcentaje de enraizamiento de las estacas	43
X.	CONCLUSIONES.....	47
XI.	RECOMENDACIONES	47
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48
XIII.	ANEXOS	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Foliolos y flor característica de <i>Amburana</i> sp. (OSINFOR, 2009)	16
Figura 2.	Posición de estacas en el brote de <i>Amburana</i> sp. (Zanoni, 1975).	21
Figura 3.	Ubicación geográfica del área de estudio.	27
Figura 4.	Distribución de los tratamientos en el campo experimental.	31
Figura 5.	Gráfico de las medias de los porcentajes de supervivencia de las estacas para cada tratamiento utilizado.	36
Figura 6.	Gráfico de la brotación para cada tratamiento utilizado.	39
Figura 7.	Gráfico de las medias del porcentaje de estacas con presencia de callosidad para cada tratamiento utilizado.	42
Figura 8.	Gráfico de las medias del porcentaje de enraizamiento para cada tratamiento utilizado.	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características de árboles progenitores	28
Tabla 2.	Descripción de Tratamientos a emplearse en el experimento.	32
Tabla 3.	ANOVA. Porcentaje de sobrevivencia de estacas (transformado).	34

Tabla 4. Conjunto homogéneo de Tukey de los tratamientos que favorecen al porcentaje de supervivencia de las estacas. 35

Tabla 5. ANOVA entre los tratamientos utilizados para la aparición de brotes. 37

Tabla 6. Subconjuntos homogéneos de Tukey de los tratamientos que favorecen la aparición de brotes de yemas. 38

Tabla 7. ANOVA de Cantidad de estacas que tienen cayos (transformado). 40

Tabla 8. Conjunto homogéneo de Tukey de los tratamientos que favorecen a la aparición de estacas que tienen callos. 41

Tabla 9. ANOVA. Cantidad de raíces (transformado) 43

Tabla 10. Conjunto homogéneo de Tukey de los tratamientos que favorecen a la aparición de raíces. 44

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia. 51

ANEXO 2. Preparación de sustratos en el anexo experimental, San ramón, INIA. 52

ANEXO 3. Colecta de estacas de Amburana sp. en el poblado Buena vista, distrito Pichanaki. 54

ANEXO 4. Preparación y desinfección de estacas dentro del laboratorio del anexo experimental, San ramón, INIA. 55

ANEXO 5. Preparación de las dosis de AIB dentro del laboratorio del anexo experimental, San ramón, INIA. 56

ANEXO 6. Aplicación de las dosis de hormona AIB en las estacas. 56

ANEXO 7. Estacas evaluadas con presencia de callos después de 90 días de la instalación del ensayo. 57

ANEXO 8. Estacas evaluadas con presencia de raíz después de 90 días de la instalación del ensayo. 58

ANEXO 9. Porcentaje de sobrevivencia y mortandad de las estacas de Amburana sp. 59

ANEXO 10. Porcentaje de callosidad de las estacas de Amburana sp. 60

ANEXO 11. Porcentaje de enraizamiento de las estacas de Amburana sp. 61

ANEXO 12. Presupuesto estimado para la realización del experimento. 62

RESUMEN

En el marco de acción de la institución INIA, se realizó la investigación de propagación vegetativa de Ishpingo (*Amburana* sp.), especie de alto valor económico, comercial y catalogada como especie de difícil enraizamiento, es por ellos que el presente trabajo tiene como objetivo Contribuir al conocimiento e identificar del tratamiento apropiado para la producción masiva de plantones de *Amburana* sp. obtenidos a partir de estacas bajo condiciones de vivero. La fase experimental se desarrolló en las instalaciones del anexo experimental san ramón, ubicada en la provincia de Chanchamayo, región Junín. Se obtuvieron 288 estacas de la especie, las cuales fueron plantadas en bolsas de vivero bajo 16 tratamientos, con 6 repeticiones divididos en 3 bloques a través de un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), donde los tratamientos estaban compuestos por 2 tipos de sustratos: arena y tierra + arena (1:1); 2 tipos de estaca: basal y media y 4 dosis de hormona AIB: 0ppm, 1000ppm, 3000ppm, 5000ppm. Así mismo se evaluó la sobrevivencia, brotación, callosidad y enraizamiento.

Los resultados en general fueron poco favorables, sin embargo se observó diferencias significativas entre los tratamientos para la variable de brotación, donde T1 (sustrato arena + estaca basal + 0 ppm de AIB), T3 (sustrato arena + estaca basal + 3000ppm de AIB), T10 (sustrato tierra y Arena (1:1) + estaca basal + 1000ppm) y T12 (sustrato tierra y Arena (1:1) + estaca basal + 5000ppm) tuvieron las mejores respuestas. Se obtuvo mayor sobrevivencia en el sustrato de arena y con los tratamientos T1 (sustrato arena + estaca basal + oppm de AIB), T2 (sustrato arena + estaca basal + 100ppm de AIB) T3 (sustrato arena + estaca basal + 3000ppm de AIB), T4 (sustrato arena + estaca basal + 5000ppm de AIB) y T9 (sustrato tierra y Arena (1:1) + estaca basal + 0ppm). Se observó 7,5% de callosidad con los tratamientos T2 (sustrato arena + estaca basal + 100ppm de AIB) T3 (sustrato arena + estaca basal + 3000ppm de AIB) y T12 (sustrato tierra y Arena (1:1) + estaca basal + 5000ppm). En cuanto al enraizamiento solo se obtuvo 6,25%, siendo el mejor tratamiento T9 (sustrato tierra y Arena (1:1) + estaca basal + 0ppm).

Palabras clave: Propagación vegetativa, enraizamiento, tratamientos, sustratos, tipo de estacas.

ABSTRACT

Within the framework of the action of the Institución INIA, the research was carried out of vegetative propagation of Ishpingo (*Amburana* sp.), species of high economic value, commercial and classified like species of difficult rooting, it is by them that the present work has As an objective to contribute to the knowledge and identification of the appropriate treatment for the mass production of seedlings of *Amburana* sp. Obtained from stakes under nursery conditions. The experimental phase was developed in the facilities of the Annex Experimental San Ramón, located in the province of Chanchamayo, Junín region. We obtained 288 stakes of the species, which were planted in nursery bags under 16 treatments, with 6 repetitions divided into 3 blocks through an experimental design of blocks completely random (DBCA), where the treatments were composed By 2 types of substrates: sand and earth + sand (1:1); 2 types of stake: Basal and medium and 4 doses of AIB hormone: 0ppm, 1000ppm, 3000ppm, 5000ppm. It also evaluated the survival, sprouting, callosity and rooting.

The results were generally not favorable, however significant differences were observed between treatments for the sprouting variable, where T1 (substrate sand + basal stake + oppm AIB), T3 (substrate sand + basal stake + 3000ppm AIB), T10 (Soil and sand substrate (1:1) + basal stake + 1000ppm) and T12 (soil and sand substrate (1:1) + basal stake + 5000ppm) had the best answers. Greater survival was obtained in the sand substrate and with the treatments T1 (substrate sand + basal stake + oppm of AIB), T2 (sand substrate + basal stake + 100ppm of AIB) T3 (substrate sand + basal stake + 3000ppm of AIB), T4 (substrate sand + basal stake + 5000ppm of AIB) and T9 (soil and sand substrate (1:1) + basal stake + 0ppm). 7.5% of callosity was observed with the treatments T2 (substrate sand + basal stake + 100ppm of AIB) T3 (substrate sand + basal stake + 3000ppm of AIB) and T12 (substrate earth and Sand (1:1) + basal stake + 5000ppm). As for rooting only obtained 6.25%, the best treatment is T9 (substrate soil and sand (1:1) + basal stake + 0ppm).

Keywords: Vegetative propagation, rooting, treatments, substrates, type of stakes.

I. INTRODUCCION

Conocido comúnmente como Ishpingo, *Amburana* sp. Es una especie forestal nativa del Perú, de gran valor comercial pues las características de su madera hacen que tenga diversas utilidades, alcanzando un precio en el mercado mayor al del tornillo (Marques, Rocha, Esmeraldo y Moreira, 2008)

El Ishpingo es una especie que se encuentra en estado vulnerable, según los registros de International Union for Conservation of Nature, debido a la sobreexplotación, tala ilegal y deforestación indiscriminada en los bosques del Perú, donde se evidencia la disminución individuos de esta especie (Servicio Forestal y de Fauna Silvestre, 2012).

Una causa más de la desaparición de este árbol en el ecosistema se debe a la dificultad que tiene la semilla en la germinación, lo que hace que la reproducción sexual sea menos eficiente es por ello que se ve la necesidad de optar por métodos con mejores resultados de reproducción como lo es la propagación vegetal, la cual contribuiría con el abastecimiento de plántones para programas de reforestación, o implementación de nuevos sistemas agroforestales que puedan incorporar a esta especie (Huanca, 2008).

Así mismo para contar con una propagación eficaz se debe tener en cuenta muchos factores tanto ambientales como propias de la especie y a la vez asistir la propagación con sustancias promovedoras del crecimiento radicular que faciliten este tipo de manejo para poder obtener un material de calidad (Garate, 2010).

Es por ello que es necesario buscar alternativas para poder desarrollar este tipo de manejo de forma viable tanto económica como eficiente para poder promover la reforestación con Ishpingo y favorecer a la repoblación de esta especie y sobrevivencia en el ecosistema (Calle, 2012).

La presente investigación se enfocará en el estudio de la viabilidad y la efectividad de los diferentes tratamientos sobre el enraizamiento de estaquillas de *Amburana* sp. utilizando el propagador de subirrigación. Esto se basa en la importancia de la multiplicación y conservación de especies en peligro de extinción o amenazadas, ya que la propagación asexual pretende propagar especies que presentan problemas de germinación o de almacenamiento en sus semillas, o que tienen un ciclo productivo largo como lo es el caso de Ishpingo. Además es un método que ayuda a la preservación de genotipos superiores para una propagación eficaz (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2004).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los bosques del Perú comprenden una superficie total de 78 800 000 ha, siendo la selva la región que posee el 94% de estas superficies boscosas, la región costa 4,5% y la sierra 1.5 %, así mismo la Selva es de gran importancia para el desarrollo económico del país y de las poblaciones aledañas (Ministerio del Ambiente del Perú, 2010). Además, los bosques amazónicos tienen una gran diversidad biológica, sin embargo, a pesar de su gran importancia, es amenazada y vulnerada por diversas actividades y procesos que van agotando la disponibilidad de recursos genéticos, especies y ecosistemas resilientes. (Brack et al., 2008)

La principal causa de destrucción de bosques es la deforestación, pues ha ocasionado la desaparición de 9.2 millones ha (12% de la superficie boscosa) (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010). Anualmente llegando a 120,782 ha deforestadas (Ministerio de Agricultura y Riego, 2016).

Una situación alarmante de la deforestación es la tala exhaustiva e ilegal de especies comerciales valiosas o extracción selectiva de especies específicamente importantes por su valor económico (caoba, cedro, lupuna, tornillo, ishpingo, etc.). La extracción selectiva e ilegal de las especies valiosas está empobreciendo las poblaciones de estas especies, ya que no va acompañada de reforestación de las mismas (Brack et. al, 2008).

Amburana sp. es una especie arbórea nativa de Perú conocida localmente como Ishpingo, es de gran importancia comercial dada sus diversas aplicaciones siendo empleada en la carpintería y perfumería. Su madera es utilizada en la fabricación de muebles, puertas, ventanas y cajas, debido a su reconocida durabilidad (Marques, Rocha, Esmeraldo y Moreira, 2008). Es por ello que es considerada como muy valiosas y agrupada en el primer grupo comercial , constituye actualmente una de las especies de escasa abundancia, con valores de área basal y volúmenes bajos (FAO, 2002).

Debido a la tala irracional y el mal manejo a la cual ha sido sometida, el Ishpingo está denominado como vulnerable en la Clasificación de especies Amenazadas de Flora Silvestre dentro del marco de aplicación del decreto supremo N°043-2006-AG. Así mismo está referenciado por IUCN (2011) como especie en peligro de extinción.

Esta situación se evidencia en la cantidad producida de madera aserrada desde el año 1997 con 9 040m³ hasta el 2014 con una producción reducida a 1350m³, esto es debido a los escasez de individuos de esta especie causada por el mal manejo silvícola empleada a lo largo de estos años (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2014). Ello lo corrobora el Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales (2013) en uno de los estudios de individuos supervisados dentro de los ámbitos administrativos de sus oficinas desconcentradas, desde 2009 al 2013,

donde se indica que el número total de ejemplares encontrados de *Amburana* sp. es 1174 individuos.

Es así que es prioritario establecer programas de manejo, restauración ecológica y conservación del Ishpingo, sin embargo la presencia de dormición física en las semillas dificulta su utilización en dichos programas (Galindez, Malagrina, Ceccato, Ledesma, 2015).

La dormición de las semillas genera la necesidad de un proceso pre germinativo, la cual no necesariamente ocurre en ambientes naturales generando así mayor dificultad en la germinación (Galindez et al., 2015).

Es por ello que se recomienda sembrar las semillas en el mismo año de recolección de las mismas porque pierden su poder germinativo rápidamente (Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2008). Es así que la baja capacidad germinativa y el lento crecimiento de la especie debido a su gremio ecológico, esciófita, agrava la situación de amenaza (Kennard, 2000, Poorter et al., 2001).

Ello es reflejado en la productividad de plántones de diversas especies, incluida *Amburana cearensis*, vendidos por La Estación Experimental Agraria Pucallpa – Ucayali, en el 2014 redujo el triple de la cantidad vendida en el 2012 debido a la escasez de semillas forestales recolectadas lo cual ha causado el aumento de precios por kilogramo de semillas de s/.200 a casi s/.1000 soles (Agencia Agraria de Noticias, 2013).

Para esta situación la alternativa de propagación vegetal contribuye con el abastecimiento de plántones para programas de reforestación, o implementación de nuevos sistemas agroforestales, además el Ishpingo puede adaptarse en cercos vivos y barreras vivas como especie de crecimiento lento, es por ello que se requiere trabajar más en el manejo y propagación de esta especie ya que en muchos casos no hay disponibilidad de plántones que abastezcan los requerimientos de estos proyectos (Villanueva y Wachtel, 2009).

Además, la propagación vegetativa ofrece la ventaja de obtener ganancias genotípicas en corto tiempo, así como contribuir a la conservación de genes únicos (Mesén, 1998).

III. OBJETIVOS

1. Objetivos

1.1 Objetivo general:

Contribuir al conocimiento e identificación del tratamiento apropiado para la producción masiva de plántones de *Amburana* sp. obtenidos a partir de estacas bajo condiciones de vivero del anexo experimental INIA, San Ramón, Junín.

1.2 Objetivos específicos:

Analizar el efecto de los tratamientos en el enraizamiento de estacas de *Amburana* sp. en condiciones de vivero del anexo experimental INIA, San Ramón, Junín.

Analizar el efecto de los tratamientos en la sobrevivencia de estacas de *Amburana* sp. en condiciones de vivero del anexo experimental INIA, San Ramón, Junín.

Analizar el efecto de los tratamientos en la iniciación del brote de estacas de *Amburana* sp. en condiciones de vivero del anexo experimental INIA, San Ramón, Junín.

Analizar el efecto de los tratamientos en la aparición de callos de estacas de *Amburana* sp. en condiciones de vivero del anexo experimental INIA, San Ramón, Junín.

IV. JUSTIFICACION

Esta investigación se enfocará en estudiar la viabilidad de la propagación vegetativa de *Amburana* sp. mediante la adaptación de técnicas en enraizamiento de estacas para desarrollarlas en ambientes no controlados, con el fin de maximizar la producción de plántones y desarrollar una técnica accesible para grandes y pequeños productores.

El agotamiento de las especies ocasiona dificultad de abastecimiento y déficit en la oferta de la madera en el mercado nacional. Una de las formas que se ha optado para reemplazar los productos del bosque y reducir la presión sobre este son las plantaciones forestales, pero la falta de semillas de calidad genética limita esta actividad, por ello se brinda mayor importancia a la propagación vegetativa con la cual se logra mayor uniformidad de los árboles y de los productos procedentes de ellos, además es una técnica para conservación de germoplasma valioso (Nuñez, 1997).

Es así que esta técnica es de suma importancia para la incrementación y salvaguardar las especies en peligro de extinción o amenazadas, ya que la propagación asexual pretende propagar especies que presentan problemas de germinación o de almacenamiento en sus semillas, y de ciclo productivo largo. Además es un método que ayuda a la preservación de genotipos superiores para una propagación eficaz (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2004). Este es el caso del Ishpingo el cual presenta dormición en sus semillas lo cual dificulta la germinación y su propagación natural, además es considerada una especie de propagación vegetativa de rango difícil (Pinedo, 1993) con lo cual se debe estudiar qué factores son los que influyen u ocasionan esta limitación en la propagación asexual.

Por otro lado, este tipo de reproducción da alternativa al uso de semillas botánicas de procedencia desconocida, brindando mayor claridad sobre la productividad de los rodales a producir, además se podrá generar una oferta de germoplasma durante todo el año, esto permitirá la conservación genética de especies maderables previniendo la desaparición de árboles semilleros (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2010).

Las desventajas principales y más conocidas de la propagación vegetativa son los altos costos que requiere los sistemas de propagación; pues se ha visto grandes logros en empresas que implementaron sistemas caros de nebulización automática. Estos sistemas y sus enfoques son inapropiados para los pequeños programas de desarrollo rural, es por ello que se hace necesario desarrollar técnicas de propagación eficientes pero económicas y simples, que combinen ventajas en la productividad y la armonía con el medio ambiente (Mesén, 1998)

El ishpingo es una especie nativa del Perú y es considerada de alto valor comercial debido a las características de su madera como el veteado que la destaca y buena resistencia al ataque de hongos e insectos en su estado verde. Sus propiedades fisicomecánicas hace a su madera adecuada para la construcción, elaboración de muebles y para laminas que requieran maderas atractivas (Universidad Nacional Agraria La Molina, 2008). Es así que llega a costar s/.4.00 el pie tablar de Ishpingo superando el precio del Tornillo. El valor económico es un motivo más para estudiar un método de proliferación más efectiva y con mejores resultados, que puedan ir a la par con la demanda nacional de madera de esta especie, pues la tala indiscriminada está reduciendo la abundancia de los individuos (Agencia para el Desarrollo Internacional, 2004).

Por otra parte la desaparición de esta especie afecta la diversidad genética que tiene el Perú, ya que hay escasa reforestación y con especies exóticas como pino y eucalipto dejando de lado las especies nativas (Brack et al., 2008). Esto afecta la permanencia y abundancia de especies nativas favoreciendo la producción de especies exóticas que se convierten prioritarias en el mercado, desplazando a las

nativas del lugar. Así mismo Marcelo (1999) señala que el acelerado proceso de deforestación e incremento de la erosión de los suelos en la Selva Central se refleja en los paisajes de colinas altas deforestadas y actualmente utilizadas para la agricultura y ganadería de forma insostenible para este tipo de topografía, sumado las quemadas periódicas que se practican en las zonas que no permiten el desarrollo de pastos que cubran el suelo ocasionando erosión, deslizamiento de laderas en épocas de lluvias.

Es por esto que es necesario cubrir la demanda de plántulas de *Amburana* sp. para asegurar el buen desarrollo de programas de reforestación y protección con óptimas características en los individuos para asegurar su existencia en los bosques húmedos tropicales de la amazonia peruana pues actualmente se estima la presencia de 124 ejemplares en un territorio de 2, 859,211.42 ha con una probabilidad de 40 a 60% de presencia (OSINFOR, 2013). No obstante el escaso número de individuos por hectáreas se agrava más a causa de la tala ilegal y selectiva en todo el territorio peruano.

Es así que la propagación vegetativa es una alternativa prometedora para incrementar la disponibilidad de la especie de tal manera que la integración de sistemas de parcelas productivas reduzca la presión antrópica sobre el bosque y se recupere el potencial productivo de la especie, Además contribuye a la implementación de establecimiento de plantaciones forestales y la conservación del germoplasma, que debería considerarse como parte de una estrategia de desarrollo sostenido a escala local, regional y nacional (Aguirre y Fassbender,2013).

V. ANTECEDENTES

La alternativa de la propagación vegetativa se da debido a la dificultad de germinación y almacenamiento de las semillas esto se evidencia en el artículo de **Galindez et al. (2015)**: “Dormición física y conservación ex situ de semillas de *Amburana cearensis* y *Myroxylon peruiferum* (Fabaceae)”, donde afirma que las semillas de *Amburana* sp. presentan dormición física, debido a la resistencia que se para absorber la humedad. Así mismo esta característica puede ser adjudicada a sustancias inhibitoras presentes en la estructura superficial de la semilla (European Native Seed Conservation Network, 2010). Es así que se determinó necesario un proceso de escarificación para la salida de la dormancia física, los cuales fueron térmicos, químicos y mecánicos comparados con semillas intactas en la absorción de humedad, los resultados que se obtuvieron fueron:

1. Mayor porcentaje y menor tiempo de germinación en semillas escarificadas, lo cual confirma que es necesario un tratamiento pre germinativo, que no necesariamente se da en condiciones naturales.

2. Las semillas de *Amburana* sp. se comportaron como ortodoxas ya que toleraron los bajos contenidos de humedad (6%) manteniendo una viabilidad de 96% después de ser almacenadas a -18°C durante 3 y 12 meses.

Estos resultados difieren a la metodología utilizada por Vizalote (2009) en el estudio: “Efecto de cuatro niveles de temperaturas y cuatro tipos de envases en la conservación de semillas de *Amburana cearensis*, *Ishpingo*”, las semillas fueron almacenadas en envases de polietileno blanco, negro, transparente y bolsas de papel a temperatura de 1°C a -0°.

Las principales conclusiones fueron:

1. Los mejores resultados se observaron en las semillas que se mantuvieron almacenadas en sobres de papel y bolsas de polietileno blanco abierto, expuestos al medio ya que reportaron mayor capacidad germinativa, con 85% y 77.5% en el primer mes de almacenamiento, perdiendo la viabilidad por completo en 7.3 y 6.1 meses respectivamente.
2. Las semillas refrigeradas a 1°C envasadas en bolsas de polietileno blanco, polietileno transparente y bolsa de polietileno negro perdieron la viabilidad al primer mes de almacenamiento.

Por otra parte es de suma importancia el cuidado fitosanitario de los explantes pues **Paredes et al. (2008)** en la investigación: “Evaluación de medios de cultivo in vitro para *Amburana cearensis* (roble) y *Centrolobium tomentosum* (tejeyeque) en la fase de establecimiento, estableció 3 dosis de fitohormonas AG3/KIN, AG3/BAP, IBA/BAP en yemas axilares y apicales de plantas juveniles para la estimulación de crecimiento de yemas”. En la fase de establecimiento tuvo como resultado alta tasa de mortalidad debido a la fenolización, a la actividad de agentes fúngicos y bacterianos en los dos tipos de yema pues mostraron ser muy vulnerables a la contaminación de virus y hongos debido al tamaño de los explantes 3cm y al excesivo manipuleo en cámara establecida para el desarrollo de las estacas. Como consecuencia a ello al finalizar la evaluación no se obtuvo gran cantidad de muestras vivas evaluando únicamente el porcentaje de mortandad.

Por lo contrario **Flores (2010)** en la “Evaluación de efecto de cinco dosis de Fitohormona, tres tipos de sustrato y tres rasgos de morfotipo en el enraizamiento de estaquillas juveniles de *Amburana cearensis* (*Allemao*) A.C. *Smith* (*Ishpingo*), en ambientes controlados”, obtuvo resultados efectivos en la evaluación de efecto de cinco dosis de Fitohormona , donde probó el enraizamiento en sustratos de arena fina, arena gruesa y grava fina con estaquillas axiales, medias, apicales y dosis de fitohormona AIB.

La investigación llego a las siguientes conclusiones:

1. La arena gruesa y la dosis de 8000 ppm de AIB, fue el tratamiento que obtuvo mayor porcentaje de enraizamiento de , 90%.

2. Los niveles de estaca apical y medio fueron los más favorables para todas las variables evaluadas en el estudio.
3. La longitud más adecuada es 4.5cm y la mejor cantidad de área foliar, es 20cm² para el buen desarrollo de los explantes.

Cervantes (2011) desarrollo el proyecto: “Propagación vegetativa de quinilla (*Manilkara bidentata*, A.DC.)” el cual se basó en las ventajas que ofrece esta técnica como evitar la dependencia de semillas botánicas además considero de suma importancia los resultados pues la información acerca de investigaciones en enraizamiento por estacas juveniles es escasas.

La metodóloga empleada en este estudio fue experimental combinando diversas dosis de ácido indolbutírico con sustratos de arena gruesa, media y fina en el enraizamiento de estaquillas.

La investigación llego a las siguientes conclusiones:

1. El mejor sustrato para favorecer el enraizamiento fue arena media
2. Con la dosis de 0.8% de ácido indolbutírico (AIB) se obtuvo el mayor porcentaje de enraizamiento, número de raíces y longitud de raíz mayor

Vidal (2010) en: “Evaluación de cinco dosis del ácido indolbutírico, sustratos y características morfológicas en el enraizamiento de estacas juveniles de *Simarouba amara* Aubl.”, tuvo el propósito de conocer que los factores son clave en la propagación de Marupa pues naturalmente presenta limitaciones en su reproducción por ser dioica y tener producción de frutos irregular.

Las conclusiones fueron:

1. La dosis de 8000ppm AIB y el sustrato perlita agrícola tuvieron mejores resultados en la propagación
2. El tipo de estaca apical y media tuvieron los mejores resultados (85.7 y 64.8%).
3. La longitud que dio mejor respuesta en el enraizamiento fue de 6cm

Gárate (2010) en la investigación: “Técnicas de propagación por estacas”, concluye que la edad de la planta madre podría condicionar el enraizamiento de estacas, pues la edad ontogénica y fisiológica son las determinantes para el éxito del método de propagación. (Hartmann et al.,1997, citado por Gárate, 2010). Es así que los árboles juveniles tienen mejores resultados en las técnicas de propagación.

VI. MARCO TEORICO

1. Generalidades de Ishpingo – *Amburana* sp.

1.1 Taxonomía

Nombre común: Ishpingo
 Nombre científico: *Amburana* sp.

1.2 Descripción Botánica

Amburana sp. es un árbol caducifolio pues pierde sus hojas durante la floración, llega a tener una altura de 20 a 40 m y 40 a 100cm de diámetro. Presenta la forma de copa indefinida, tiene una corteza de color marrón rojizo papiráceo la cual se desprende en láminas y presenta una corteza interna aromática. Las hojas también son aromáticas, imparipinnadas con presencia de 7 a 15 folíolos alternos. Sus flores son de un suave color amarillo o blanco.

Los frutos son legumbres alargados, dehiscentes (Flores, 2004).



Figura 1. Foliolos y flor característica de *Amburana* sp. (OSINFOR, 2009)

1.3 Fenología

La floración se desarrolla en los meses de marzo a mayo, posterior a la época de fructificación, los frutos maduran entre las 12 a 16 semanas. La diseminación de las semillas aladas es mediante el viento, esto acontece entre julio y setiembre, siendo agosto el mes donde la diseminación es intensa (Flores, 1997).

IIAP (2012) desarrolló la evaluación fenológica de ocho especies nativas priorizadas para fines de reforestación en la región de San Martín durante los meses de mayo y octubre y señaló que los meses de floración para *Amburana* sp. son de mayo a julio y los meses de fructificación empiezan en agosto hasta setiembre.

1.4 Descripción de la Semilla

La morfología de la semilla es aplanada de forma variable entre ovoide a redonda. El número de semillas por fruto por lo general es de 1 a 2 y el número de semillas por kg es entre 1500 a 1600kg.

La recolección de frutos es directamente del árbol cuando los frutos empiezan a abrirse, los frutos cerrados se hacen secar en la sombra hasta que se abran.

La germinación comienza entre los 5 y 15 días de las semillas recién cosechadas donde se obtiene entre 80 y 90% de germinación (Flores, 2004).

1.5 Distribución geográfica

Esta especie se distribuye dentro de América del Sur: Sureste de Brasil, norte de Argentina, Perú, Ecuador y Bolivia según IUCN. Encarnación (1983) citado por Flores (2010) menciona que el hábitat y distribución de *Amburana* sp. se ubica en bosques primario con terrenos de buen drenaje, en la Amazonía de Perú entre los departamentos de Loreto, Huánuco, Ucayali y San Martín; sur de Brasil hasta la cuenca de Paraná y occidente de Bolivia.

Así mismo ITTO (2013) indica que la distribución de la especie recorre América central y sur incluyendo Argentina, En Brasil se encuentra en la región Nordeste en las áreas conocidas como catingas. En Perú se encuentra en suelos drenados de los bosques tropicales secos. En Bolivia se encuentra en bosques lluviosos de tierras bajas. Según Grau et al. (2016) en Argentina se encuentra en las Yungas de Salta y Jujuy.

Además *Amburana* sp. crece asociado con las especies Carahuasca, Ponilla, Cumala y Sacapisho (Brako y Zarucchi, 1993).

1.6 Uso

Aróstegui (1990), afirma que debido a las características físico-mecánicas de la madera es apropiado para construcción, elaboración de muebles y laminas decorativas ya que presenta un vetado atractivo.

La madera de ishpingo posee buena trabajabilidad sin embargo es susceptible al ataque de plagas y enfermedades (Flores, 2011).

Por otra parte la agradable esencia de las semillas perfumadas se utiliza como perfume en jabones de tocador y el aceite presente en el árbol se utiliza con fines medicinales (ITTO).

2. Generalidades sobre la Propagación Vegetativa

2.1 Propagación vegetativa

La propagación vegetativa se define como “la obtención de nuevos individuos a partir de partes vegetativas bien diferenciadas, debido a la capacidad de regeneración que poseen estas partes cuando se colocan en condiciones favorables” (Quijana, 1980, p.23)

Otras denominaciones son propagación indirecta, asexual o agámica, se utiliza partes vegetales que tengan capacidad de originar nuevos individuos a partir del inicio de la rizogénesis.

La propagación indirecta sirve para conservar características genotípicas que son imposibles mantener mediante propagación sexual. (Zanoni, 1975).

La propagación asexual es posible porque la división celular normal (mitosis) ocurre durante el crecimiento y la regeneración de las plantas (Hartmann y Kester, 1972)

2.2 Propagación por estacas

Se define a la estaca como “una porción de planta susceptible de adquirir autonomía fisiológica, instalada en sustrato favorable rodeada de condiciones ambientales favorables y protegidas de la desecación en la superficie de corte se formará un tejido cicatricial, de ese tejido y a la altura de los nudos surgirán las raíces adventicias” (Zanoni, 1975, p.67)

La estaca es una porción de la planta separada de la planta provista de yemas caulinares que pueden ser inducidas a emitir raíces; además señala que las estacas (con hojas o sin ellas) son susceptibles de enraizar y con tratamientos químicos adecuados (Westwood, 1992)

Las estacas deben ser colectadas de brotes rectos, con características sobresalientes respecto a la sanidad y vigorosidad, los entrenudos terminales y basales son normalmente eliminados pues al ser suaves suelen marchitarse o se encuentran muy lignificados respectivamente. De cada brote se seccionan estaquillas haciendo cortes biselados a la altura de las hojas y manteniendo al menos una yema para generar un tallo, las estaquillas suelen ser de 6 cm con diámetros de 3 a 6 mm, evitando ser muy pequeñas para no tener contacto con el sustrato pues puede ocasionar proliferación microorganismos desfavorables para el proceso de propagación.

Según Mesén, 1998, p. 13, “La estaquilla debe conservar parte de la hoja, por ser esta fuente de asimilados, auxinas y otras sustancias vitales para el enraizamiento

pero a la vez se debe tener en cuenta el área foliar optima pues es una superficie para la perdida de agua por transpiración”.

La propagación por estacas consiste en someter a las estaquillas extraídas de brotes o ramas, en sustratos con el objetivo de comenzar el proceso de rizogénesis y brotación de hojas, hasta obtener un nuevo individuo (Rojas et al., 2004, citado por Ramos, 2014).

2.3 Proceso de enraizamiento de estacas

La rizogénesis es el proceso de formación de raíces que depende de factores intrínsecos y extrínsecos que interactúan para incidir sobre el metabolismo teniendo como resultado la diferenciación meristemática (Baldini, 1992 y Gutierrez, 1995).

Ruiz, solsol y Mesén (2010) citado por Ramos (2015) indican que el éxito de la rizogénesis depende de la disminución de la evapotranspiración y deshidratación para asegurar la fotosíntesis. Por otra parte el tipo de sustrato a utilizar y la hormona de crecimiento deben ser favorables para el proceso.

El proceso de enraizamiento de estacas leñosas es complejo y simple a la vez, ya que se debe tomar en cuenta diversos factores que influyen en su capacidad de enraizamiento y ya teniendo certeza del cumplimiento de estos factores es muy probable el éxito del proceso en un rango amplio de especies (Leakey y Mesén, 1993).

2.3.2 Factores bióticos que influyen en el enraizamiento

2.3.2.1 Árbol plus donante de germoplasma

El germoplasma a utilizar debe proceder de árboles con características morfológicas y fenotípicas altamente diferenciadas al resto. (Flores, 2010).

Dichos arboles deben ser denominados plus es decir sobresalir del resto por sus rasgos fenotípicos pues debe tener una o varias características de interés económico para poder ser utilizado como arboles madres en la producción de rodales mejorados (Ipinza, 2009).

La selección de árboles debe basarse en las características de importancia económica, cualidades estéticas y que posea una buena aptitud para el enraizamiento (Quijano, 1980).

Comúnmente el árbol plus es aquel dominante o codominante, con fuste limpio y recto, sin presencia de bifurcación y ramas delgadas, indispensablemente debe ser

sano, sin embargo, la selección depende del fin de la plantación. (Mesén, 1998, citado por Odicio, 2013).

2.3.2.2 Edad de la planta madre

La edad del árbol madre es de gran importancia ya que:

Mientras más juvenil sea el árbol madre es más eficiente la propagación, así mismo también es posible propagar arboles adultos esto se debe a que en el árbol solo determinadas áreas mantienen características juveniles cuya edad fisiológica aumenta hacia la base. (Mesén 1998).

Los árboles adultos presentan un aumento en sustancias inhibidoras y fenólicos es por ello que son más difíciles de enraizar a comparación con las plantas jóvenes (Soto, 2004).

Si los árboles adultos son sometidos a tratamientos que logren el rejuvenecimiento será posible con mayor eficiencia el enraizamiento de esos sectores rejuvenecidos (Cervantes, 2011).

2.3.2.3 Condición fisiológica de la madre

La nutrición del árbol seleccionado como donante influye en el proceso de rizogénesis de las estacas obtenidas de el, debido a que las ramas colectadas deben tener alta concentración de carbohidratos, lo cual es reflejado en el tallo ortótropo, es indispensable tener en cuenta que a mayor contenido de carbohidrato y un menor contenido de nitrógeno hay mejor actividad meristemática (Hartmann y Kester, 1990).

2.3.2.4 Posición de la estaca

Las partes de una planta no tienen el mismo estado fisiológico en un mismo tiempo determinado, la razón de esta diferencia puede ser debida a una distribución heterogénea de auxinas y reservas nutritivas en las parte del árbol.

No todas las especies responden favorablemente al mismo nivel o posición de estaca pues Hutching y Larsen (1954) tuvieron mejores resultados con estacas medias y basales de los brotes colectados mientras que Doran (1941) sugiere que las estacas apicales no requieren un tratamiento hormonal mientras que las basales sí.

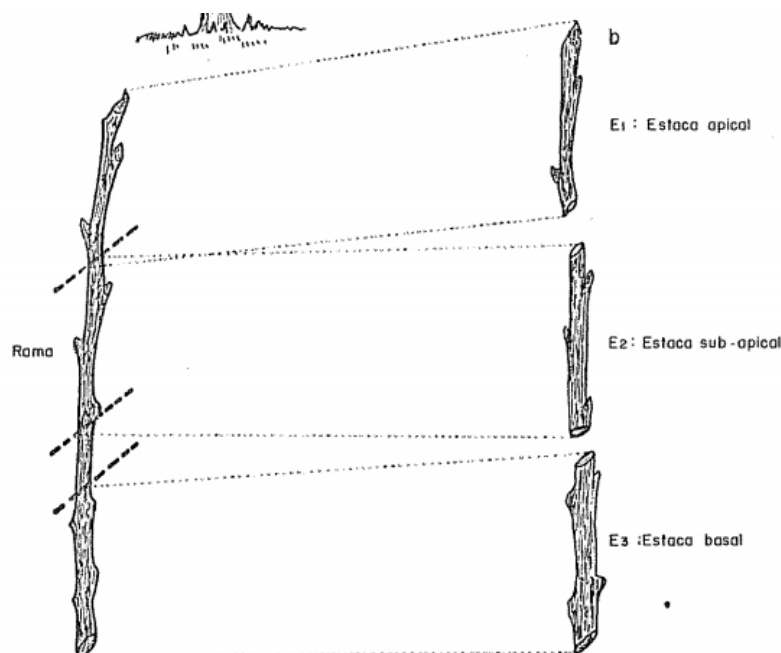


Figura 2. Posición de estacas en el brote de *Amburana* sp. (Zanoni, 1975).

2.3.2.5 Superficie foliar de la estaca

Las hojas estimulan el inicio de la rizógenesis en la estaca ya que estas producen auxinas que se transportan de ápice a base (Hartmann y Kester 1990).

Leakey (1993) afirma que como regla general se debe tener 50cm² de área foliar para obtener buenos resultados en muchas especies, sin embargo el área foliar varía para cada especie y según la iluminación es por ello que se debe evaluar la medida óptima para cada especie.

Por otro lado (Bohorquez, 2009) habla sobre la facilidad del enraizamiento de segmentos defoliados sin utilizar hormonas o sustancias químicas, pues las estacas sin hojas pueden encontrarse en latencia meristemática y los cambios hormonales propios desencadenan la producción de raíces. Mientras que en segmentos foliados la transpiración los segmentos se pueden deshidratar rápidamente por lo cual es necesario controlar el sombreado y humedad hasta que enraícen y emplear sustancias enraizadoras.

2.3.3 Factores abióticos que influyen en el enraizamiento

2.3.3.1 Condiciones Climática

Luminosidad

Hartmann y Kester (1995) indica que las estacas colectadas de árboles que recibieron luz de baja intensidad tienen mayor eficiencia en el enraizamiento a diferencias de los árboles que recibieron luz intensa.

Mientras las estacas reciben menor exposición de luz, el brotamiento de raíces es más rápido que el de las hojas, así mismo debe haber exposición lumínica al 30% para que haya actividad fotosintética con temperatura regulada. (Cuculiza 1956). La iluminación es necesaria en todo el proceso de propagación desde la elección del árbol donador hasta la aclimatación de la estaca ya enraizada. (Gárate2010).

Temperatura

Las temperaturas óptimas durante el proceso de propagación es de 21 a 27°C de día y en la noche de 15°C promedio, mientras mayor temperatura, dentro de los límites sugeridos, acelera el metabolismo y por ende la rizogénesis (Loach, 1988)

Para las especies tropicales, la temperatura óptima del aire es de 20 a 25°C, aunque temperaturas mayores a 30 ° c son aceptables mientras se mantenga una humedad a más del 95%. Para lograr estas condiciones generalmente es necesario el uso de mallas para generar sombra la cual ayuda a bajar las temperaturas para evitar la evaporación excesiva y la capacidad de retención de agua aunque se debe tener en cuenta que la sombra excesiva tampoco es recomendable por ello es beneficioso el aumento gradual de la luz para llegar a una temperatura óptima (Leahey y Mesén, 1993).

Humedad

Es necesario limitar la transpiración de las estacas para evitar la deshidratación de ellas, esto puede ser logrado con una humedad ambiental alta de 95% a 100% aproximadamente (Cuculiza ,1956).

La alta humedad alta es esencial para evitar el estrés hídrico en las estacas, mientras más alta mejor para ello se utilizan sistemas que puedan mantener esta humedad como el sistema por aspersión y sistema sin aspersión (Leahey y Mesén, 1993).

Sustrato en el enraizamiento

Se puede utilizar una variedad de sustratos para la propagación, deben ser limpios aunque no necesariamente estériles, deben tener buen índice de retención de

humedad y aireación, estos requerimientos pueden lograrse con arena gruesa o grava fina. El suelo de bosque y la arena muy fina también son apropiados como medio de enraizamiento. La filtración y retención de agua y el drenaje e intercambio de gases varía entre especies sin embargo la arena gruesa generalmente da resultados óptimos (Leakey y Mesén, 1993).

El sustrato debe ser consistente pero al mismo tiempo poroso pues debe permitir el crecimiento radicular (Mesén 1998).

2.4 Reguladores de crecimiento

Son sustancias que pueden ser sintéticas o no, que participan y estimulan el desarrollo de ciertas partes de una planta como las fitohormonas, hormonas vegetales o auxinas que son producidas por la misma planta y son indispensables para todos sus procesos vitales (Zanoni, 1975)

Mesén (1998) sostiene que “como afirma Hartmann y Kester (1983) el propósito de los reguladores de crecimiento es optimizar la rizogénesis y la sanidad radicular” (p.15).

La mejor efectividad en la tasa de enraizamiento de estacas se da con el Ácido Indo Acético (AIA), Acido Indol Butírico (AIB) y el Ácido Naftaleno Acético (ANA). Las estacas generalmente responde a la dosis de auxinas mostrando un aumento progresivo en el número y calidad de raíces formadas con cada aumento de dosis hasta que se inicia un descenso en la respuesta debida a la toxicidad (Mesén, 1998).

Las auxinas son reguladores de los procesos de desarrollo de la planta , alguna de ellas como AIB y ANA son beneficiosas para el crecimiento radicular de especies forestales (Leakey y Mesén, 1993)

2.4.2 Ácido indol-3- butírico (AIB)

Es una auxina que ha sido más efectiva que otras del mercado como AIA, así mismo no es toxica, tienen un gran rango de concentraciones, es difícil de degradarse por ende tiene mayor efecto (Blazich, 1988).

Las auxinas tiene diversas formas de aplicaciones, dependiendo de su presentación , en polvo o en soluciones mediante remojos prolongados o de pocos segundos, entre otros. (Mesén,1998).

VII. MATERIALES

1. Material Vegetal

- Estacas de *Amburana* sp.

2. Materiales para la preparación del sustrato

- 10 carretillas de arena gruesa (1 a 2 mm)
- 10 carretillas de sustrato preparado
- 100 gr de Alliette / mochila de 20 litros
- 1 Bolsa de benomil
- 1 bolsa de Furadam
- Bolsas 5 x 8.5 (capacidad 3kg)

3. Materiales para preparación de hormona

- Tubos falcón
- 1 Frasco (250mL)
- 3 Frascos (100mL)
- Alcohol 100°
- 1 estuche de disección
- Algodón
- 2 rollos de papel toalla
- 1 g de hormona AIB (Caisson Lab)
- 2 Pliegos de papel aluminio
- Estufa
- Balanza analítica
- Refrigerador
- Fuente de aluminio
- Etiquetas
- Cinta maskintape
- Guantes quirúrgicos

4. Materiales de campo para colecta

- Formato de campo
- Tablero de campo
- GPS con pilas recargables
- Winchas (3, 5 y 60 m)
- Cinta diamétrica
- Hipsómetro
- Cámara fotográfica
- 2 Cooler
- Periódicos
- Botella con dispersor para desinfección de materiales
- Tijeras de acero inoxidable
- Guantes quirúrgicos
- Cascos
- Botas
- Machetes
- Tijera telescópica
- Regla telescópica
- Tijera de podar
- Bisturí
- Botiquín

5. Materiales para la instalación de estacas

- Vernier
- Regla de aluminio (20 cm y 30 cm)
- Fuentes de aluminio
- Plumón indeleble
- Etiquetas
- Tijera de podar
- Bisturí
- Tablero
- Formato
- Estuche de disección
- Taperes
- Papel toalla
- Agua con lejía 10%cc
- Rafia
- Serrucho
- Ventilador

VIII. METODOLOGÍA

La metodología aplicada para el siguiente estudio se muestra a continuación.

1. Síntesis metodológica

La metodología experimental desarrollada en este trabajo tuvo como objetivo evaluar la efectividad de diversos tratamientos en el enraizamiento de *Amburana* sp. tomando como base resultados de investigaciones anteriores con la finalidad de obtener resultados que ayuden a realizar una eficiente propagación vegetativa de la especie y brindar información para que el proyecto sea un modelo a ser replicado por pequeños y medianos proyectos de reforestación y a la vez favorecer a la reducción de costos en grandes proyectos de reforestación utilizando sistemas menos controlados como es el caso de viveros.

El siguiente estudio se realizó en el vivero forestal de la estación experimental de INIA, Anexo San Ramón. Se evaluó la capacidad de enraizamiento de estacas medias y basales de 30cm de longitud con diámetros entre 10 a 20 mm de la especie forestal *Amburana* sp., se sometieron a la aplicación de diversas dosis de AIB (0, 1000ppm, 3000ppm y 5000ppm) en 2 tipos de sustratos: Arena y Tierra.

6. Ubicación y descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en la provincia de Chanchamayo, en el distrito de San Ramón (Figura 3) el cual tiene una extensión de 591,67 km² y se ubica en la región de Junín. Geográficamente, San Ramón se encuentra entre las siguientes coordenadas UTM; 11°07'22,4" S, 75°21'2.1" O, a una altitud media de 820m msnm (Soto et al., 2012).

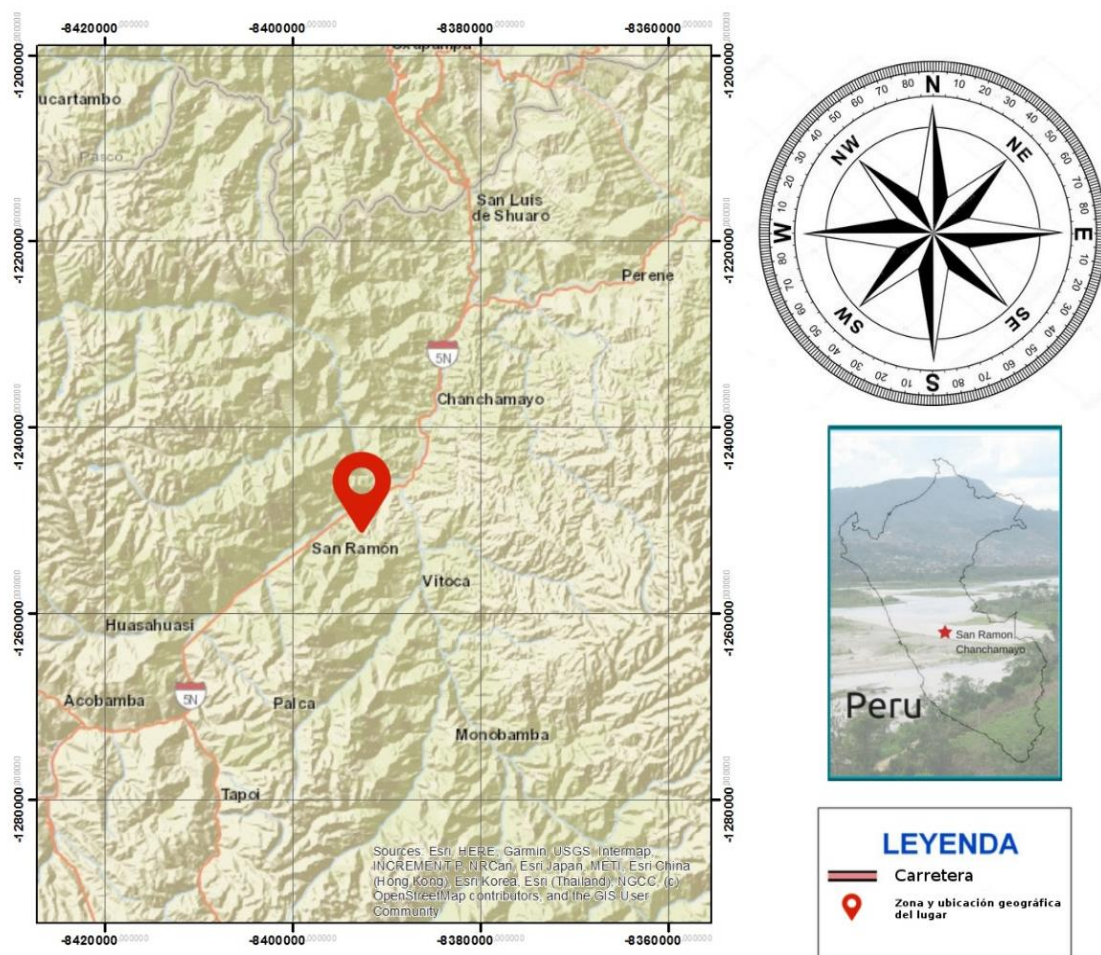


Figura 3. Ubicación geográfica del área de estudio.

7. Selección y colecta de árboles donadores de material vegetativo

La colecta se realizó en el centro poblado “Buena Vista”, distrito de Pichanaki, provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín. Se seleccionaron árboles que cumplieron con los criterios fenotípicos, es decir la expresión de genotipo en función del ambiente, cualidades físicas, resistencia a factores ambientales, bióticos, parámetros dasométricos y otras características sobresalientes. Las estacas se obtuvieron por medio de una tijera telescópica y fueron trasladadas en un cooler con hielo para evitar la deshidratación.

- Descripción del árbol progenitor

Los arboles tenían 6 años de edad, con DAP promedio de 5,2 cm, de altura total que oscilaba en 6 m. Dichos árboles eran de fuste recto, de rama delgada, con ángulo normal de ramificación, no presentaban bifurcación ni granos de inserción. En cuanto a la copa tenía forma aparasolada. Según el estado fitopatológico, se trataban de especies sanas. Estaban ubicados en una zona cuya pendiente estaba en promedio de 3,3%, una humedad de 60%, pedregosidad de 0,072/m², no presentaban competencia y estaban ubicados en un sistema multiestrato plantados cada 8 metros asociado con Cedro, Tornillo, Capirona, naranjos entre otros frutales.

Tabla 1. Características de árboles progenitores

CARACTERÍSTICAS	ÁRBOL 1	ÁRBOL 2
EDAD	6 años	6 años
DAP	5.8 cm	5,4 cm
ALTURA TOTAL	6,58m	4,40m
FUSTE	Recto	Recto
GROSOR DE RAMA	Delgada	Delgada
ÁNGULO DE RAMIF.	Normal	Recto
BIFURCACIÓN	No	No
GRANO DE INSERCIÓN	No	No
FORMA DE COPA	Aparasolada	Aparasolada
E. FITOPATOLÓGICO	Sano	Sano
PENDIENTE	3,36	3.40
HUMEDAD	45	50

8. Preparación de sustratos

Los sustratos utilizados en la presente investigación fueron 1m³ de arena gruesa y 1m³ de sustrato preparado con tierra negra agrícola y arena en proporción 1:1, que son de bajo costo y se pueden conseguir fácilmente en este lugar.

El sustrato de arena fue tamizado hasta lograr la granulometría deseada, empleando tamices de 1 a 2mm, así mismo se lavó con una solución de agua y lejía al 3% para eliminar los restos de materia orgánica.

Para la desinfección de los sustratos se utilizó 50g de Furdan y 200g de Benlate por m³, luego se fumigó el sustrato con 100 g de Aliette en 20 litros de agua utilizando la mochila, finalmente se dejó orear por 15 días para proseguir con el llenado de bolsas de 5 x 8.5”.

9. Preparación de estacas

Para la preparación de las estacas, primero se desinfectó la mesa de trabajo (tijeras, bisturí, reglas, vernier, bandejas, tapers) con agua y alcohol al 10% de cc y se utilizó guantes para su manipulación. Las estacas fueron cortadas y dimensionadas en segmentos de 30 cm de longitud en las cuales se realizó el biselado, con la finalidad de permitir la mayor absorción de hormona y permitir un mejor enraizamiento de las estacas; por otro lado el diámetro fue variable, de 10 a 20mm. Se realizó una selección de estacas, donde se descartó toda que tuviera algún defecto (Flores, 2010). Posteriormente a ello se procedió a desinfectar las estacas por 15 min con 3g de Cupravit por litro y sellar las partes apicales para evitar la infección o deshidratación por la herida expuesta.

10. Aplicación de la hormona

La hormona AIB de Caisson Lab fue utilizada para la preparación de las dosis hormonales, las cuales se realizaron en el laboratorio del Anexo San Ramón del INIA. Los frascos y materiales que se usaron para la formulación de los tratamientos hormonales, fueron desinfectados con alcohol y luego esterilizados en la estufa alrededor de 15 minutos a 100°C.

La preparación de la hormona comenzó con el pesado de ella, para la dosis de 1000ppm se utilizó 0,1g de hormona, para 3000ppm – 0,3g y para 5000ppm – 0,5g, estas medidas corresponden a una disolución con 100ml de alcohol. Posteriormente se colocaron las dosis en tapers para su aplicación en las estacas, para inmediatamente sumergir las bases en las diferentes dosis de hormona AIB mediante el método de inmersión rápida, dejándolas ahí durante 40 segundos. Transcurrido ello, se procedió a ventilarlas por 1 min y así asegurar la evaporación del alcohol. Los tratamientos T (0) fueron sumergidos en agua.

11. Plantación de estacas

Se utilizaron bolsas de 5 x 8,5” llenas de sustrato que fueron ubicadas en el vivero de la estación experimental de INIA, se hicieron hoyos de 5 cm de profundidad en las bolsas con sustrato y se plantaron con un grado de inclinación; al finalizar se ejerció presión en cada una de ellas para darle firmeza a cada estaca.

- **Cuidados Culturales:** Se colocó plástico y malla Rachel de color verde sobre el vivero, con el objeto de regular la temperatura y la humedad. Los riegos se los realizó una vez al día. En tanto las malezas fueron eliminadas de forma manual.
- **Control fitosanitario:** La propagación de plantas puede verse afectada por diversos patógenos es por ello que es necesario un control para obtener

resultados exitosos. Estos organismos pueden ser diseminados por el mismo material de propagación, o generada por las condiciones climáticas del ambiente. El control fitosanitario se realizó cada 20 días fumigando con 2 fungicidas Alliette 7g/5l y Cupravit 12g/5l.

12. Diseño experimental

El tipo de investigación fue experimental, se utilizó estadística inferencial con el fin de tomar decisiones basadas en la aceptación o el rechazo de ciertas relaciones que se tomaron como hipótesis.

El conjunto experimental estuvo diseñado por bloques completamente al azar (Figura 4), la evaluación fue de 3 variables: tipo de estaca (basal y media), dosis de hormona AIB (0, 1000, 3000 y 5000) y tipo de sustrato (Arena y tierra). El arreglo factorial fue de $2 \times 4 \times 2$ lo que resulta en 16 tratamientos con 3 bloques de repetición y 6 estaquillas por cada unidad experimental. Se requirió un total de 288 estacas. Los valores promedios de los resultados de estas variables por cada unidad experimental se analizaron mediante el procedimiento de Análisis de Varianza (ANOVA). Se elaboraron cuadros y gráficos relevantes a la mayoría de variables dependientes.

13. Variables y factores del estudio

- **Variables independientes**

- Factores:

- a) Tipo de sustrato: Arena
Tierra negra + Arena (1:1)

- b) Nivel de estaca: Basal
Media

- c) Dosis de hormona: 0 ppm
1000 ppm
3000 ppm
5000 ppm

- **Variables dependientes**

- Variables respuesta

- a) Porcentaje de sobrevivencia
- b) Porcentaje de enraizamiento

c) Porcentaje de brotación

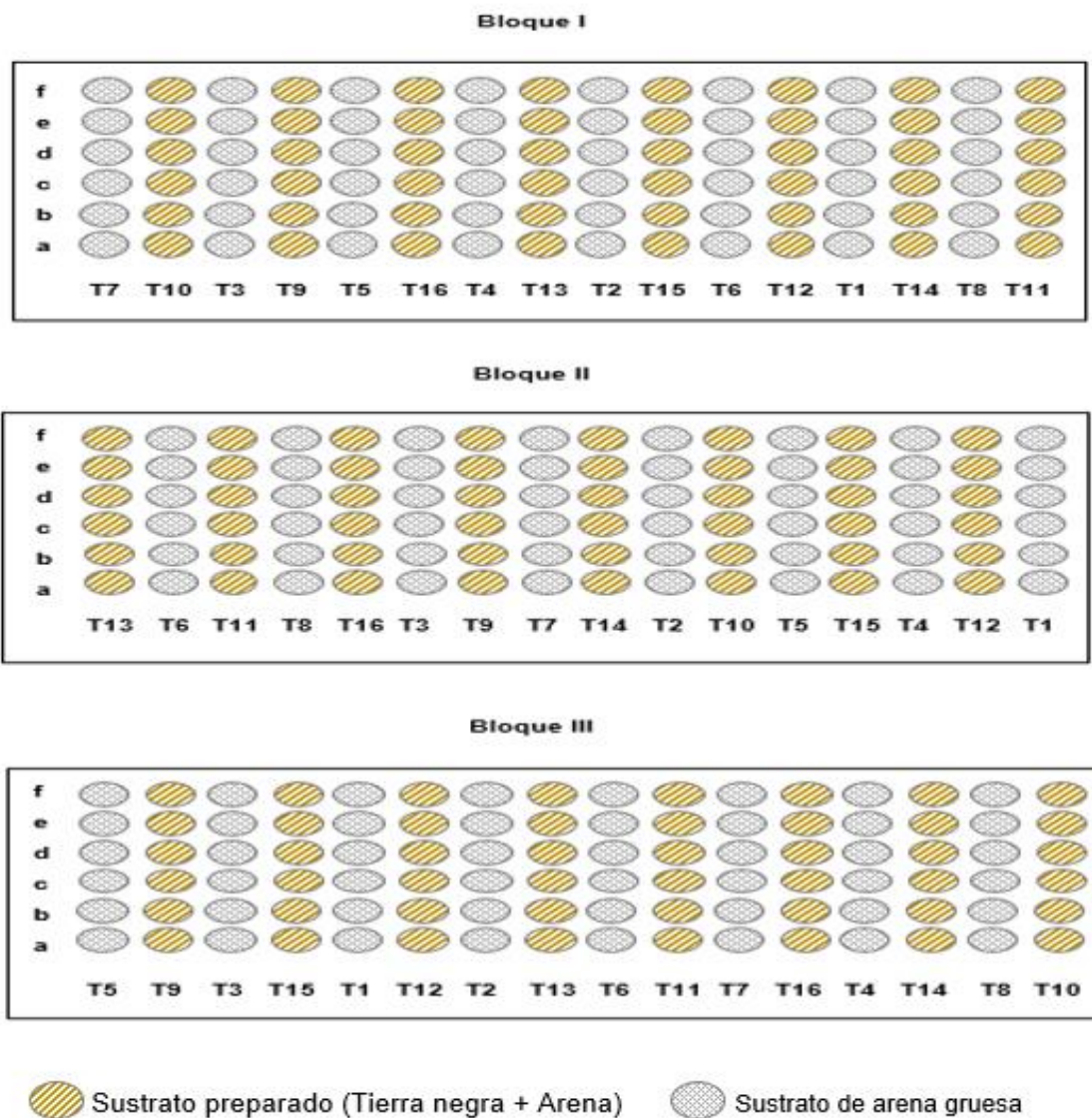


Figura 4. Distribución de los tratamientos en el campo experimental.

Tabla 2. Descripción de Tratamientos a emplearse en el experimento.

Nº	Tratamiento	Tipo de sustrato (A)	Nivel de estaca (B)	Dosis de Hormona (C)
1	T1	Inerte	Basal	0 ppm
2	T2	Inerte	Basal	1000 ppm
3	T3	Inerte	Basal	3000 ppm
4	T4	Inerte	Basal	5000 ppm
5	T5	Inerte	Media	0 ppm
6	T6	Inerte	Media	1000 ppm
7	T7	Inerte	Media	3000 ppm
8	T8	Inerte	Media	5000 ppm
9	T9	Activo	Basal	0 ppm
10	T10	Activo	Basal	1000 ppm
11	T11	Activo	Basal	3000 ppm
12	T12	Activo	Basal	5000 ppm
13	T13	Activo	Media	0 ppm
14	T14	Activo	Media	1000 ppm
15	T15	Activo	Media	3000 ppm
16	T16	Activo	Media	5000 ppm

14. Parámetros a evaluar

El periodo de evaluación fue de 7 semanas el cual se basa en el ensayo de Flores (2010). El monitoreo de brotación fue cada 2 días el primer mes y los meses consecutivos fue cada 15 días.

- Porcentaje de enraizamiento

Se considerará una estacilla enraizada aquella que presente al menos una raíz de 0,5 cm (5 mm) o más de longitud (Santelices, 1998, citado por Flores, 2010), se evaluará al final de las 7 semanas.

- Presencia de callo

El monitoreo se realizará al final del tiempo de propagación, contándose el número de estaquillas con callos, en base al total de estaquillas utilizadas por tratamiento y por repetición.

- Porcentaje de Sobrevivencia

Se evaluará al final del experimento, contándose el número de estaquillas vivas en base al total de estaquillas utilizadas por tratamiento y por repetición.

- **Porcentaje de brotación**

Se evaluará frecuentemente, contándose el número de estaquillas con brotes aéreas, en base al total de estaquillas utilizadas por cada tratamiento y por repetición.

IX. RESULTADO Y DISCUSIONES

Transcurridos 90 días. Las estaquillas fueron evaluadas para explicar el efecto de los tratamientos. Se procedió a realizar los análisis de varianza y la prueba Tukey ($p \leq 0,05$) para la comparación de medias.

Los resultados obtenidos con los distintos tratamientos fueron negativos, pues hasta el día 40 las plantas presentaron brotes vigorosos, los cuales, se presume, fueron producidos únicamente por las reservas de nutrientes del tallo y al agotarse sin haberse adaptado ni presentado raíces, en su mayoría, fueron muriendo (Quinapallo y Velez, 2013).

Es por ello que el análisis de varianza para las variables estudiadas (Porcentaje de sobrevivencia y porcentaje de enraizamiento) de las estacas de *Amburana* sp. indicaron que no hubieron diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$), esto quiere decir que las variables se comportan de la misma manera con cualquiera de los tratamientos, Sin embargo la variable “porcentaje de brotación” si tuvo diferencia estadística.

A continuación se presenta la discusión de los resultados encontrados.

1. Porcentaje de sobrevivencia de las estacas

Utilizando los porcentajes de supervivencia de cada bloque, se detectó que esos porcentajes no poseen distribución normal para cada tratamiento utilizado; de tal manera que los porcentajes fueron transformadas, mediante la ecuación $\arcsen \sqrt{x\%}$. La prueba Análisis de la varianza, Anova, y la prueba Post Hoc, Tukey, ayudaron a determinar los mejores tratamientos.

De las 288 estacas sembradas correspondientes a todos los tratamientos y repeticiones se mantuvieron vivas 185 estaquillas (64,23 % de sobrevivencia). Los resultados obtenidos en esta variable, se asemejan a los encontrados por Morales (2016), en los que la sobrevivencia disminuyó al incrementarse los días de evaluación en estaquillas de *Copaifera paupera*.

Prueba ANOVA

La significancia asintótica dio como resultado 0,054, es decir más de 0,05. De manera que no se rechaza la hipótesis nula, se da por sentado que cada uno de los tratamientos utilizados son significativamente iguales entre sí (Tabla 5). Y por tanto, la prueba de Tukey debe indicar un solo grupo para cada uno de los tratamientos.

Tabla 3. ANOVA. Porcentaje de supervivencia de estacas (transformado).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,738	15	0,183	1,960	0,054
Dentro de grupos	2,981	32	0,093		
Total	5,719	47			

Prueba Tukey

La tabla de conjunto homogéneo de Tukey permitió observar el único conjunto conformado por cada uno de los tratamientos utilizados para el favorecimiento de la supervivencia de las estacas. Y, en cuanto a esto, el análisis de las medias indica cuál es el tratamiento superior a los demás (Tabla 6).

En la Figura 6. se muestra los mejores tratamientos que favorecen al porcentaje de supervivencia de las estacas. El tratamiento 1, compuesto por el sustrato arena, estaca de tipo basal y 0 ppm de dosis AIB; el tratamiento 2, compuesto por el sustrato arena, estaca de tipo basal y 1000 ppm de dosis AIB; y el tratamiento 9, compuesto por el sustrato tierra, estaca de tipo basal y 0 ppm de dosis AIB, son quienes tienen mayores rendimientos con 83,33% de supervivencia en promedio. Por otro lado los tratamientos con bajos porcentajes de supervivencia son; tratamiento 7, compuesto por arena, estaca media y 3000ppm de AIB, y el tratamiento 14, compuesto por Tierra, estaca media y 1000ppm de AIB.

Tabla 4. Conjunto homogéneo de Tukey de los tratamientos que favorecen al porcentaje de supervivencia de las estacas.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0,05
		1
Tratamiento 7 = Arena + Estaca media + 3000 ppm de dosis de AIB	3	27,7780
Tratamiento 14 = Tierra + Estaca media +1000 ppm de dosis de AIB	3	33,3333
Tratamiento 13 = Tierra + Estaca media + 0 ppm de dosis de AIB	3	44,4443
Tratamiento 16 = Tierra + Estaca media + 5000 ppm de dosis de AIB	3	44,4443
Tratamiento 6 = Arena + Estaca media + 1000 ppm de dosis de AIB	3	44,4447
Tratamiento 15 = Tierra + Estaca media + 3000 ppm de dosis de AIB	3	55,5557
Tratamiento 5 = Arena + Estaca media + 0 ppm de dosis de AIB	3	66,6663
Tratamiento 8 = Arena + Estaca media + 5000 ppm de dosis de AIB	3	66,6667
Tratamiento 12 = Tierra + Estaca basal + 5000 ppm de dosis de AIB	3	72,2220
Tratamiento 10 = Tierra + Estaca basal + 1000 ppm de dosis de AIB	3	77,7780
Tratamiento 11 = Tierra + Estaca basal + 3000 ppm de dosis de AIB	3	77,7780
Tratamiento 3 = Arena + Estaca basal + 3000 ppm de dosis de AIB	3	83,3330
Tratamiento 4 = Arena + Estaca basal + 5000 ppm de dosis de AIB	3	83,3330
Tratamiento 1 = Arena + Estaca basal + 0 ppm de dosis de AIB	3	83,3333
Tratamiento 2 = Arena + Estaca basal + 1000 ppm de dosis de AIB	3	83,3333
Tratamiento 9 = Tierra + Estaca basal + 0 ppm de dosis de AIB	3	83,3333
Sig.	0,246	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

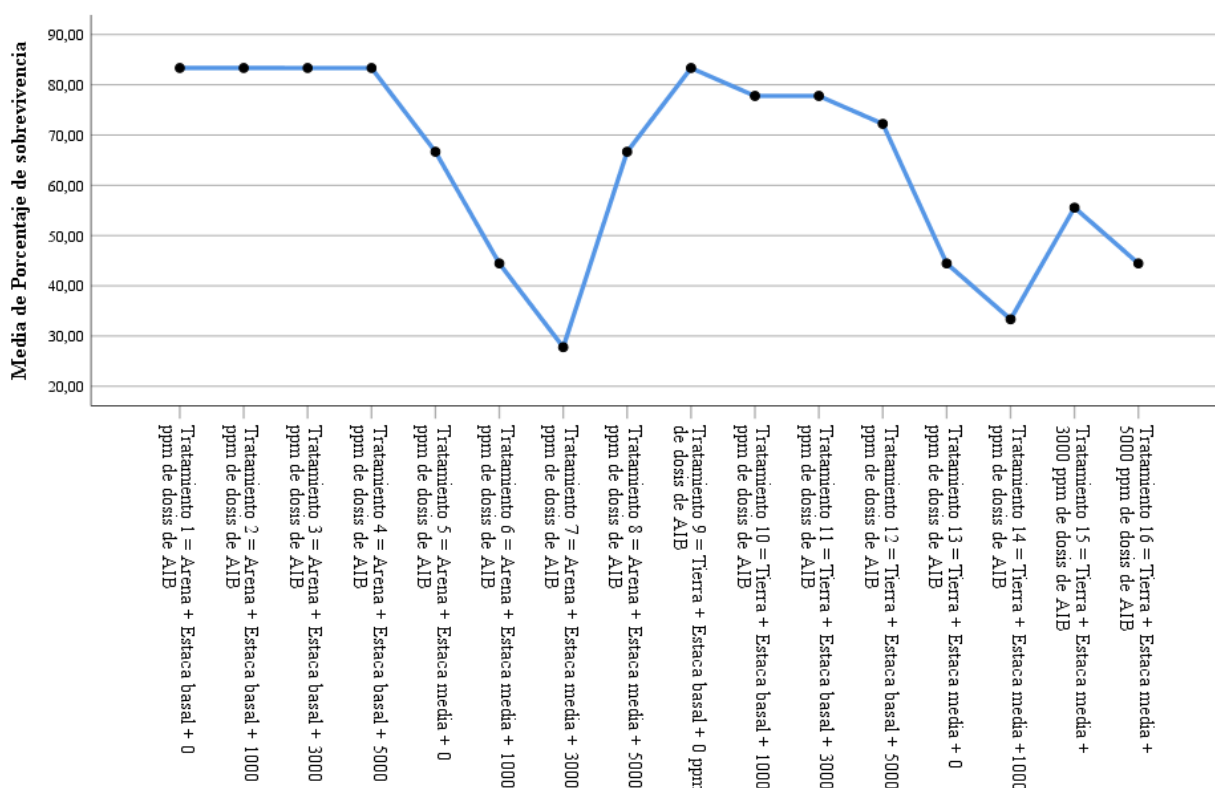


Figura 5. Medias de los porcentajes de supervivencia de las estacas para cada tratamiento utilizado.

Con relación al porcentaje de sobrevivencia en los sustratos, no se obtuvieron diferencias relevantes, arena (67,36%) y Tierra agrícola + arena 1:1 (61,11%), pues en la propagación vegetativa, la arena es un componente importante ya que proporciona aireación y buen drenaje (Mesen, 1998). Mientras que suelos arcillosos a limosos, fértiles se caracteriza por la retención de agua (Reynel et al., 2003), estas combinaciones de sustratos pudieron resultar favorecedores para la sobrevivencia de 185 estacas de las 288 utilizadas en el ensayo (Anexo 10),

Según el tipo de estaca por la posición en el brote, se presentó mayor sobrevivencia en estacas basales (80,56%) a comparación de las estacas medias (19,44%), este factor puede resultar influyente para el tiempo de sobrevivencia pues, según Mesén (1998) indica que las estacas leñosas y rígidas tienen una capacidad superior de enraizamiento, ya que debido al grosor, la concentración de sustancias nutricionales es mayor (Hartmann y Kester, 1977). Es así debido a una mayor concentración nutricional en las estacas basales, se pudo encontrar mayor cantidad de estacas vivas provistas aún de sus reservas. Por otra parte las dosis utilizadas de AIB no tuvieron relevancia en la sobrevivencia de estacas. Hartmann y Kester (1992) mencionan que altas concentraciones de auxinas pueden causar la muerte de

celular, en este caso los porcentajes de mortalidad fueron bajos, es posible considerar que las dosis de AIB estuvieron dentro de la cantidad tolerada por la especie (Anexo 10).

2. Porcentaje de Brotación en las estacas

Utilizando las cantidades de brotes de los 90 días de observación, se detectó que esos datos poseen distribución normal para cada tratamiento utilizado; de tal manera que las cantidades no fueron transformadas. La prueba Análisis de la varianza, Anova, y la prueba Post Hoc, Tukey, ayudaron a determinar los mejores tratamientos.

Prueba ANOVA

La significancia asintótica dio como resultado 0,001, es decir menos de 0,05. De manera que se rechaza la hipótesis nula, se da por sentado que al menos uno de los tratamientos utilizados no es significativamente igual a los demás. Y por tanto, se utilizó la prueba de Tukey para determinar qué tratamiento o tratamientos son significativamente diferentes a los otros.

Tabla 5. ANOVA entre los tratamientos utilizados para la aparición de brotes.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	22348,880	15	1489,925	2,817	0,001
Dentro de grupos	101564,000	192	528,979		
Total	123912,880	207			

Prueba de Tukey

La tabla 4. de subconjuntos homogéneos de Tukey permitió determinar los subgrupos de medias de las cantidades de brotes significativamente iguales y los mejores tratamientos.

En la Figura 5. se puede observar a los mejores tratamientos que favorecen a la aparición de brotes. El tratamiento 10, compuesto por el sustrato tierra, estaca de tipo basal y 1000 ppm de dosis AIB, tiene 47,08 brotes en promedio; el tratamiento 1, compuesto por el sustrato arena, estaca de tipo basal, y 0 ppm de dosis de AIB,

tiene 48 brotes en promedio; y finalmente, el tratamiento 12, compuesto por el sustrato tierra, estaca de tipo basal y 5000 ppm de dosis AIB, tiene 48,62% de brotes en promedio. Los tratamientos indicados son los mejores, siendo el último el mejor de todos.

Los porcentajes de brotación obtenidos en los diferentes tratamientos no mostraron una resultado claro, sin embargo, de forma general, se observó diferencias marcadas en el promedio de brotes de los tipo de estacas utilizados, basales (44) mientras que las estacas medias (25), Esto puede ser posible ya que todo los tallos tienen parénquima que puede dividirse y diferenciarse, desarrollando yemas (Rojas et al., 2004). Aun así, según Mesen (1998), a lo largo de un brote se presentan gradientes hídricos, hormonales, de nutrientes e inhibidores que evidenciaría un crecimiento y desarrollo diferencial, es así que las estacas basales podrían contener mayor capacidad para el desarrollo de brotes. En cuanto a la dosis de hormona AIB y el tipo de sustrato utilizado no hubo diferencias relevantes.

Así mismo se observó que las estacas que perdían sus hojas no sobrevivían, esto puede ser corroborado por Ruiz (2009) quien afirma que aunque las estacas emitan raíces, no pueden vivir sin hojas.

Tabla 6. Subconjuntos homogéneos de Tukey de los tratamientos que favorecen la aparición de brotes de yemas.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
Tratamiento 13 = Tierra + Estaca media + 0 ppm de dosis de AIB	13	14,00	
Tratamiento 7 = Arena + Estaca media + 3000 ppm de dosis de AIB	13	23,54	23,54
Tratamiento 6 = Arena + Estaca media + 1000 ppm de dosis de AIB	13	23,77	23,77
Tratamiento 14 = Tierra + Estaca media +1000 ppm de dosis de AIB	13	25,69	25,69
Tratamiento 15 = Tierra + Estaca media + 3000 ppm de dosis de AIB	13	26,54	26,54
Tratamiento 16 = Tierra + Estaca media + 5000 ppm de dosis de AIB	13	28,46	28,46
Tratamiento 5 = Arena + Estaca media + 0 ppm de dosis de AIB	13	30,23	30,23
Tratamiento 8 = Arena + Estaca media + 5000 ppm de dosis de AIB	13	32,92	32,92
Tratamiento 9 = Tierra + Estaca basal + 0 ppm de dosis de AIB	13	37,08	37,08

Tratamiento 2 = Arena + Estaca basal + 1000 ppm de dosis de AIB	13	40,08	40,08
Tratamiento 11 = Tierra + Estaca basal + 3000 ppm de dosis de AIB	13	42,46	42,46
Tratamiento 4 = Arena + Estaca basal + 5000 ppm de dosis de AIB	13	42,92	42,92
Tratamiento 3 = Arena + Estaca basal + 3000 ppm de dosis de AIB	13		47,00
Tratamiento 10 = Tierra + Estaca basal + 1000 ppm de dosis de AIB	13		47,08
Tratamiento 1 = Arena + Estaca basal + 0 ppm de dosis de AIB	13		48,00
Tratamiento 12 = Tierra + Estaca basal + 5000 ppm de dosis de AIB	13		48,62
Sig.		0,107	0,290

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 13,000.

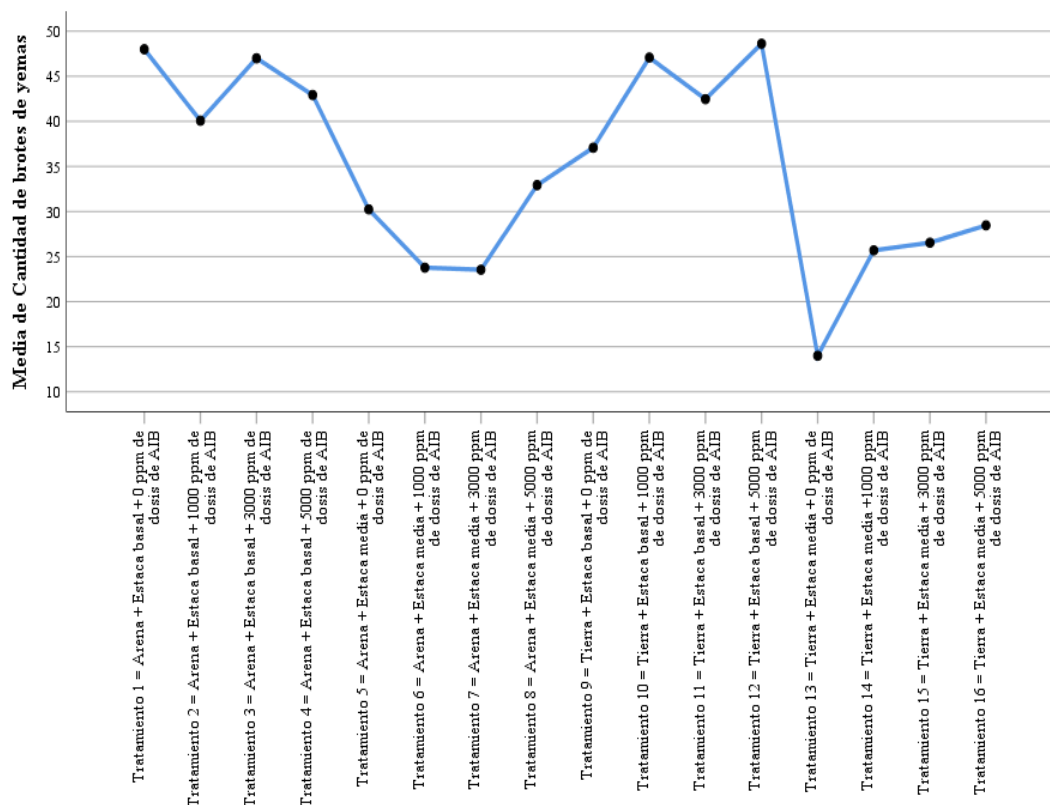


Figura 6. Medias de brotación para cada tratamiento utilizado.

3. Presencia de callos en las estacas

Utilizando los porcentajes de estacas que tienen cayos de cada bloque, se detectó que esos porcentajes no poseen distribución normal para cada tratamiento utilizado; de tal manera que las cantidades fueron transformadas, mediante la ecuación $\arcsen \sqrt{x\%}$. La prueba Análisis de la varianza, Anova, y la prueba Post Hoc, Tukey, ayudaron a determinar los mejores tratamientos.

Prueba ANOVA

La significancia asintótica dio como resultado 0,519, es decir más de 0,05. De manera que no se rechaza la hipótesis nula, se da por sentado que cada uno de los tratamientos utilizados son significativamente iguales entre sí (Tabla 7). Y por tanto, la prueba de Tukey debe indicar un solo grupo para cada uno de los tratamientos.

Tabla 7. ANOVA de Cantidad de estacas que tienen cayos (transformado).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,786	15	0,052	0,955	0,519
Dentro de grupos	1,755	32	0,055		
Total	2,540	47			

Prueba Tukey

La tabla 8. de conjuntos homogéneo de Tukey permitió observar el único conjunto conformado por cada uno de los tratamientos utilizados para el favorecimiento de la aparición de estacas que tengan cayos. Y, en cuanto a esto, el análisis de las medias indica cuál es el tratamiento superior a los demás.

En el gráfico 10. se puede observar a los tratamientos que favorecen a la aparición de estacas que tienen callos. El tratamiento 2, compuesto por el sustrato arena, estaca de tipo basal y 1000 ppm de dosis AIB; el tratamiento 3, compuesto por el sustrato arena, estaca de tipo basal y 3000 ppm de dosis AIB; y el tratamiento n 12, compuesto por el sustrato tierra, estaca de tipo basal y 5000 ppm de dosis AIB, son

quienes tienen mayores rendimientos con 16,66% estaca que presentan formación de callos, en promedio.

Tabla 8. Conjunto homogéneo de Tukey de los tratamientos que favorecen a la aparición de estacas que tienen callos.

HSD Tukey ^a		
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0,05
		1
Tratamiento 4 = Arena + Estaca basal + 5000 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 5 = Arena + Estaca media + 0 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 7 = Arena + Estaca media + 3000 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 8 = Arena + Estaca media + 5000 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 14 = Tierra + Estaca media + 1000 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 16 = Tierra + Estaca media + 5000 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 6 = Arena + Estaca media + 1000 ppm de dosis de AIB	3	5,5556
Tratamiento 10 = Tierra + Estaca basal + 1000 ppm de dosis de AIB	3	5,5556
Tratamiento 11 = Tierra + Estaca basal + 3000 ppm de dosis de AIB	3	5,5556
Tratamiento 9 = Tierra + Estaca basal + 0 ppm de dosis de AIB	3	6,6667
Tratamiento 13 = Tierra + Estaca media + 0 ppm de dosis de AIB	3	6,6667
Tratamiento 1 = Arena + Estaca basal + 0 ppm de dosis de AIB	3	11,1111
Tratamiento 15 = Tierra + Estaca media + 3000 ppm de dosis de AIB	3	11,1111

Tratamiento 3 = Arena + Estaca basal + 3000 ppm de dosis de AIB	3	16,6667
Tratamiento 12 = Tierra + Estaca basal + 5000 ppm de dosis de AIB	3	16,6667
Tratamiento 2 = Arena + Estaca basal + 1000 ppm de dosis de AIB	3	16,6667
Sig.		0,941

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

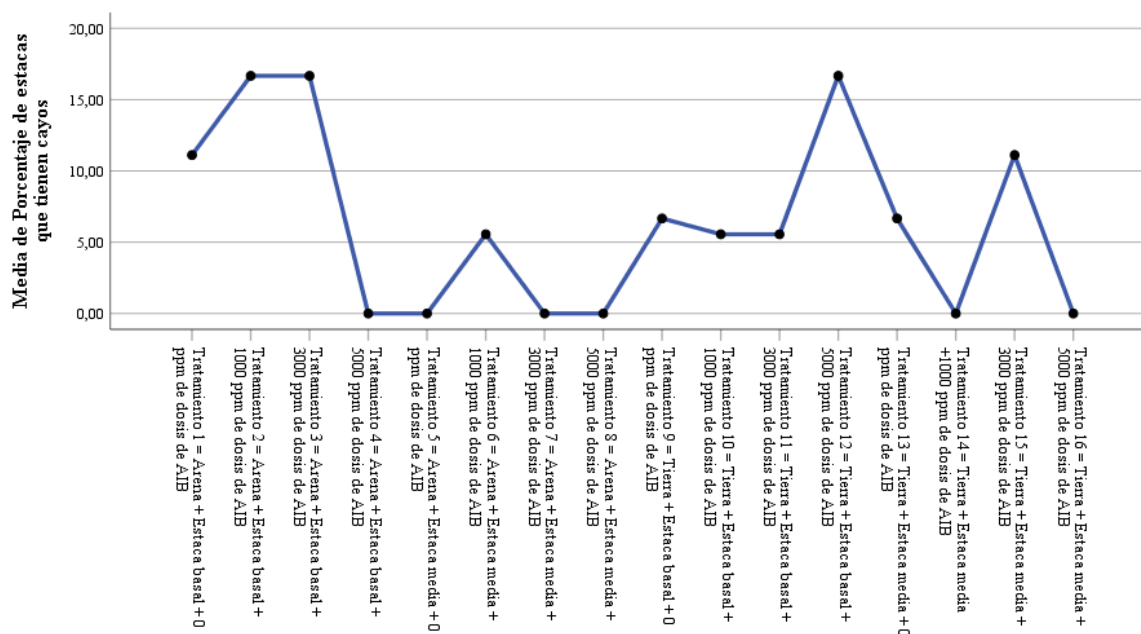


Figura 7. Medias del porcentaje de estacas con presencia de callosidad para cada tratamiento utilizado.

Se dice que la callosidad está relacionada directamente al porcentaje de enraizamiento (Cornejo, 2018), Es así que solo se obtuvo 7,5 % de estacas con presencia de callosidad, un porcentaje bajo que corresponde al porcentaje de enraizamiento. Por otro lado, Canizares (1992) afirma que el hecho que la estaca llegue a formar callosidad no es índice de enraizamiento, pues este tipo de tejido es un recurso defensivo.

Si bien Román (2014) afirma que los sustratos con alto contenido de materia orgánica y alta retención de humedad favorece la formación de callos y el enraizamiento, se observó que los resultados respecto al tipo de sustrato, 7,5% en

arena y 7,5% en Tierra + arena, y dosis, no hubo diferencias relevantes. Se podría decir entonces que para el desarrollo de callos de *Amburana* sp. no es necesaria la aplicación de algún regulador de crecimiento o en este caso de AIB; mientras que en los tipos de estacas hubo mayor porcentaje de callosidad en basales 11,7% que en medias 3,33% (Anexo 11).

4. Porcentaje de enraizamiento de las estacas

Utilizando la cantidad de raíces de cada bloque, se detectó que esas cantidades no poseen distribución normal para cada tratamiento utilizado; de tal manera que las cantidades fueron transformadas, mediante la ecuación $\sqrt{x} + 1$. La prueba Análisis de la varianza, Anova, y la prueba Post Hoc, Tukey, ayudaron a determinar los mejores tratamientos.

Si bien hubo gran porcentaje de estacas con brotación 76,04%, los resultados de enraizamiento no fueron satisfactorios, pues solo se consiguió el 6,25% de enraizamiento, 15 del total 288, esto puede deberse a que la brotación de las yemas se produjeron antes de la emisión de raíces pudiendo agotar las reservas hídricas y nutritivas de la propia estaca.

Prueba ANOVA

La significancia asintótica dio como resultado 0,560, es decir más de 0,05. De manera que no se rechaza la hipótesis nula, se da por sentado que cada uno de los tratamientos utilizados son significativamente iguales entre sí (Tabla 9). Y por tanto, la prueba de Tukey debe indicar un solo grupo para cada uno de los tratamientos.

Tabla 9. ANOVA. Cantidad de raíces (transformado)

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,100	15	0,273	0,912	0,560
Dentro de grupos	9,596	32	0,300		
Total	13,696	47			

Prueba Tukey

La tabla 11. de subconjuntos homogéneos de Tukey permitió observar el único conjunto conformado por cada uno de los tratamientos utilizados para el

favorecimiento de la aparición de raíces. Y, en cuanto a esto, el análisis de las medias indica cuál es el tratamiento superior a los demás.

En la Figura 8. se puede observar a los tratamientos que favorecen a la aparición de raíces. El tratamiento 2, compuesto por el sustrato arena, estaca de tipo basal y 1000 ppm de dosis AIB; el tratamiento 3, compuesto por el sustrato arena, estaca de tipo basal y 3000 ppm de dosis AIB; y el tratamiento 4, compuesto por el sustrato arena, estaca de tipo basal y 5000 ppm de dosis AIB; el tratamiento 10, compuesto por el sustrato tierra, estaca de tipo basal y 1000 ppm de dosis de AIB son quienes tienen el rendimiento cercano al mayor, con 11,111%, en promedio. Pero el tratamiento mejor respuesta es el 9, compuesto por el sustrato tierra, estaca tipo basal y 0 ppm de dosis de AIB con 13,333%, en promedio.

Tabla 10. Conjunto homogéneo de Tukey de los tratamientos que favorecen a la aparición de raíces.

Porcentaje de raíces

HSD Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para
		alfa = 0,05
Tratamiento 1 = Arena + Estaca basal + 0 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 6 = Arena + Estaca media + 1000 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 12 = Tierra + Estaca basal + 5000 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 13 = Tierra + Estaca media + 0 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 14 = Tierra + Estaca media + 1000 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 16 = Tierra + Estaca media + 5000 ppm de dosis de AIB	3	0,0000
Tratamiento 7 = Arena + Estaca media + 3000 ppm de dosis de AIB	3	5,5556
Tratamiento 8 = Arena + Estaca media + 5000 ppm de dosis de AIB	3	5,5556

Tratamiento 11 = Tierra + Estaca basal + 3000 ppm de dosis de AIB	3	5,5556
Tratamiento 15 = Tierra + Estaca media + 3000 ppm de dosis de AIB	3	5,5556
Tratamiento 5 = Arena + Estaca media + 0 ppm de dosis de AIB	3	6,6667
Tratamiento 2 = Arena + Estaca basal + 1000 ppm de dosis de AIB	3	11,1111
Tratamiento 3 = Arena + Estaca basal + 3000 ppm de dosis de AIB	3	11,1111
Tratamiento 4 = Arena + Estaca basal + 5000 ppm de dosis de AIB	3	11,1111
Tratamiento 10 = Tierra + Estaca basal + 1000 ppm de dosis de AIB	3	11,1111
Tratamiento 9 = Tierra + Estaca basal + 0 ppm de dosis de AIB	3	13,3333
Sig.		0,919

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

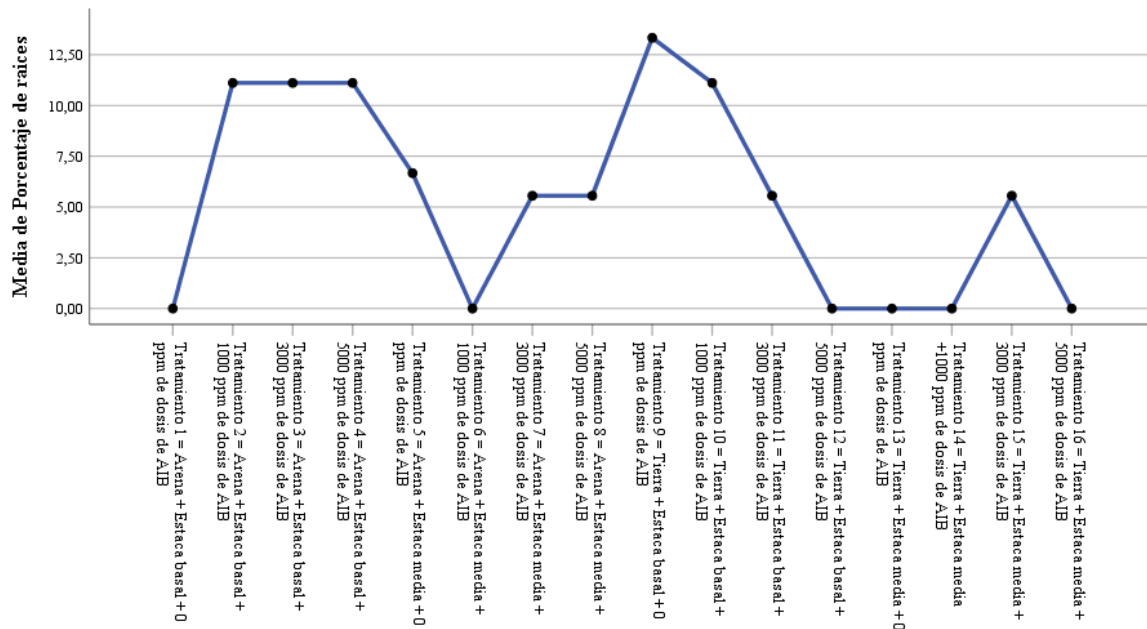


Figura 8. Medias del porcentaje de enraizamiento para cada tratamiento utilizado.

Respecto a los resultados del porcentaje de enraizamiento y el tipo de sustratos utilizados no hubieron diferencias resaltantes, sin embargo enraizaron 9 estacas en Arena y 6 estacas en Tierra + arena, Estos sustratos cumplen los requerimientos que especifica Hartmann (1996) mantener la estaca estable, humedad y porosidad para el paso de gases, Sin bien los dos sustratos utilizados cumplen estos requisitos no se puede asegurar su rol en el enraizamiento de estacas de *Amburana* sp. pues la proporción de enraizamiento no fue relevante (Anexo 12)

Mientras que los resultados por tipo de estaca tuvieron mayor diferenciación, el porcentaje de enraizamiento en estacas basales fue de 9,17% (11 estacas) y en medias 3,33% (4 estacas), Por otra parte las dosis utilizadas de AIB no tuvieron diferencias resaltantes en el enraizamiento. Se puede presumir que las dosis no fueron las óptimas para promover el crecimiento de radical. Cuculiza (1956) refiere que las concentraciones excesivas de auxinas también pueden dar lugar a la inhibición del desarrollo de la raíz, en yemas, amarillamiento de las hojas o con dosis limitadas puede retrasar el crecimiento radicular o solo puede aparecer callos sin raíces (Hartmann y Kester; 1980). Así mismo el tipo de aplicación de la hormona puede influir en los resultados, Bartra (2009) indica que las disoluciones con alcohol pueden causar quemaduras o deshidratación de las estructuras.

Por otra parte , Aguirre (1988) sugieren que puede haber diversos factores que limiten la propagación vegetativa la cual puede estar asociada a la sanidad y condición del árbol madre ,Influenciadas en el contenido de carbohidratos y demás reservas nutricionales obtenidas y contenida en las estacas, así como también el grado de lignificación de las partes o secciones tomadas para el recorte de las estacas.

X. CONCLUSIONES

- No hay evidencias suficientes para determinar la eficiencia de un tratamiento en específico pues las respuestas en las siguientes variables evaluadas no fueron significativas: porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de enraizamiento y de callosidad, presentando el mismo comportamiento poco satisfactorio a los sustratos, tipo de estacas y dosis probadas en el ensayo.
- En la variable de brotación se determinó que hubo diferencias significativas entre los resultados de los tratamientos utilizados, siendo los mejores: T1 (arena + basal + 0ppm de AIB), T3 (arena + basal + 3000ppm de AIB), T10 (tierra + basal + 3000ppm de AIB), T12 (tierra + basal+ 5000ppm de AIB) con 48%, 47%, 47,08% y 48,62% de eficiencia, respectivamente.
- En el porcentaje de sobrevivencia, a pesar que no hubo diferencias significativa, se obtuvo una sobrevivencia aceptable en las estacas basales (80,56%), a comparación de las medias (19,44%) .Es preciso resaltar que el valor promedio de sobrevivencia (64,23%) de las estaquillas indica haber logrado soportar el estrés de plantación en vivero.
- En cuanto al porcentaje de enraizamiento se obtuvo 6,25%, siendo el tratamiento con mayor porcentaje T9 (tierra + basal + 0 ppm), 13,333, de esta forma se confirma que la especie es difícil de enraizar, tal como lo dice Pinedo (1993). Así mismo se considera que hay mayor enraizamiento en estacas basales con 9,17%.
- En la variable porcentaje de callosidad no se encontraron respuestas significativas, sin embargo los tratamientos T3, T12 y T2 tuvieron respuesta similar y mejor al resto (16,66%). Así mismo las estacas basales tuvieron mayor presencia de callos (11,7%).

XI. RECOMENDACIONES

- Para la propagación vegetativa de *Amburana* sp. se recomienda utilizar sustrato de tipo arena que permita la circulación de oxígeno, buen drenaje y retención de humedad.
- Se recomienda utilizar estacas basales y juveniles para mejores resultados.
- Se recomienda realizar más investigaciones en propagación vegetativa utilizando diversas madres donantes, marcando distinciones entre ellos de edad o época de colecta, para determinar con mayor claridad estas características sobre el resultado de enraizamiento.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ballesteros, L., Peña, R. (2012) Evaluación de cuatro enraizadores y tres métodos de aplicación en *Sedum acre* L., *Sedum luteoviride* R.T.Clausen, *Sedum reflexum* (L.) Grulich y *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau [versión electrónica].
- Calle, J. (2012) Propagación vegetativa de la cantuta (*Cantua buxifolia*) con fitohormonas naturales y sintéticas en vivero, Achocalla, La Paz [versión electrónica].
- Cervantes, D. (2011) Propagación vegetativa de quinilla (*Manilkara bidentata*, a.dc.) mediante el enraizamiento de estaquillas utilizando cámara de subirrigación en el distrito de morales provincia de San Martín [versión electrónica].
- Díaz, P. (1994). Efecto del Humus de Lombriz en dos Métodos de Reforestación de Ishpingo (*Amburana cearensis*) [Versión electrónica].
- Flores, M. (2010). Evaluación de 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 [versión electrónica].
- Flores, Y. (2011) Crecimiento y productividad de plantaciones forestales en la amazonia peruana [versión electrónica].
- Fundación Cultural de Putumayo. (2015) Fortalecimiento de la actividad artesanal en el departamento de Putumayo [versión electrónica].
- Galindez, G., Malagrina, G., Ceccato, D., Ledesma, T., Lindow, L., Ortega, P., (2015) Dormición física y conservación ex situ de semillas de *Amburana cearensis* y *Myroxylon peruiferum* (Fabaceae) [versión electrónica].
- Garate, M. (2010) Técnicas de propagación por estacas [versión electrónica].

- Gavilanes, L., Cruz, N., Morante, J., Villacis, O. (2006) Empleo de hormonas (ana y aib) estimuladoras del enraizamiento para la propagación vegetativa de *Chlorophora tinctoria* [versión electrónica].
- Giraldo, L., Rios, H., Polanco, M. (2009) Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos [versión electrónica].
- Huanca, W. (2008) Métodos de reproducción asexual de plantas y su aplicación [versión electrónica].
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Fondo para la innovación ciencia y tecnología (2007) Proyecto: Desarrollo tecnológico apropiado para la propagación vegetativa aplicado a la producción intensiva de semilla vegetativa de especies maderables valiosas en las regiones Loreto [versión electrónica]
- Ipinza, R. (1998) Métodos de selección de árbol plus [versión electrónica].
- Leakey, R., Mesén, F., () Métodos de propagación vegetativa de árboles tropicales: Enraizamiento de estacas suculentas [versión electrónica].
- Mesén, F. () Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagador de subirrigación [versión electrónica].
- Mesén, F., Leakey, R., Newton, A. (1993) Propagadores de subirrigación: un sistema simple y económico para la propagación vegetativa de especies forestales [versión electrónica].
- Millan, M., Marquez, J. (2014) Propagación por Estaca de las Especies Nativas: *Dipteryx panamensis* y *Peltogyne pubescens*. Usando Diferentes Tipos de Enraizantes Mediante el Uso del Propagador de Subirrigación [versión electrónica].
- Odicio, M. (2013) influencia del uso simultáneo de sustratos no convencionales en la sobrevivencia, enraizamiento y crecimiento de estacas juveniles de *Amburana cearensis* (ishpingo) propagadas en cámaras de nebulización, Pucallpa, región Ucayali [versión electrónica].
- Otahola, V., Vidal, G. (2010) Efecto de las características de la estaca y la utilización de ANA en la propagación de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) [Versión electrónica].
- Paredes, K., Morales, I., Magariños, E. (2008) Evaluación de medios de cultivo in vitro para *Amburana cearensis* (roble) y *Centrolobium tomentosum* (tejeyeque) en la fase de establecimiento [versión electrónica]

- Pinedo, L. (1993). Influencia del diámetro, largo y profundidad de siembra en la propagación por estacas de *Amburana Cearensis* L. (Ishpingo) [versión electrónica].
- Quispe, M. (2013) Propagación vegetativa de esquejes de queñua (*Polylepis besseri* Hieron) en base a la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en el vivero de la comunidad de Huancané [versión electrónica].
- Soudre, M., Mesén, F., Castillo, D., Guerra, H. (2008) Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas [versión electrónica].
- Soudre, M., Mueras, L., Limache, A., Guerra, H., Mesén, F., Perez, F. (2011). Propagación vegetativa de tornillo *Cedrelinga careniformis* (Duke) mediante enraizamiento de estacas juveniles en propagador de subirrigación.
- The IUCN red list of threatened species (2016)
- Toledo, M., Cruz, M., Pariona, W., Mostacedo, B. (2005) Plantulas de 60 especies forestales de Bolivia [versión electrónica].
- Vizalote, F. (2009). Efecto de cuatro niveles de temperaturas y cuatro tipos de envases en la conservación de semillas de *Amburana cearensis* "Ishpingo", Pucallpa [versión electrónica].
- Zanoni, C. (1975) Propagación vegetativa por estacas de ocho especies forestales [versión electrónica]

XIII. ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia.

Variable	Definición Teórica	Definición Operativa	Dimensión	Indicadores	Nivel de medición
Factores intrínsecos y extrínsecos de la estaca	Son características que condicionan los efectos de la rizogénesis que van a ser medidos y comparados con el propósito de aumentar el porcentaje de enraizamiento y reducir el tiempo de iniciación de raíces y mejorar la calidad del sistema radicular (Mesén, 1998).	Se tomara de modelo la metodología propuesta por CATIE (1998) en colaboración con Francisco Mesén.	Estaca	Nivel	Basal Media Oppm
			Hormona AIB	Dosis	1000ppm 3000ppm 5000ppm
			Sustrato	Tipos	Activo Inerte
Enraizamiento	Desarrollo de tejidos meristemáticos primarios en activa división, es la diferenciación de un nuevo órgano o tejido implica la expresión de genes específicos inducida por la interacción de hormonas y/o nutrientes y/o señales físicas (Montadi, 2001)	La metodología se basará en el proyecto elaborado por el IIAP junto a Flores (2010)	Características Físicas	Sobrevivencia Presencia de raíces Brotos Presencia de callos	porcentajes

ANEXO 2. Preparación de sustratos en el anexo experimental, San ramón, INIA.



Foto 1. Sustratos utilizados en el experimento. A: Sustrato compuesto por Arena. B: Sustrato compuesto por Tierra agrícola y arena (1:1).



Foto 2. Procedimiento de desinfección del sustrato. A: Recolección de 1m³ de arena y tierra agrícola. B: Pesado de 50g de Furadan, 200g de Benlate y 100g de Aliette. C: Desinfección de sustratos con Furadan y Benlate. D: Llenado de mochila de fumigación con 20L de agua y 100gr de Aliette. E: Fumigación de los sustratos. F: Oreado de los sustratos por 15 días.



Foto 3. Instalación de bolsas con sustrato en el vivero del anexo experimental, San ramón, INIA. A: Llenado de 288 bolsas de 5 x 8,5” con los sustratos. B: Ubicación e instalación del área experimental dentro del vivero. C: Instalación del ensayo de acuerdo al diseño experimental.

ANEXO 3. Colecta de estacas de *Amburana* sp. en el poblado Buena vista, distrito Pichanaki.



Foto1. Colecta y selección de material vegetal de *Amburana* sp. A: Ubicación y determinación de los arboles madre. B: Colecta de muestras del tercio superior de la copa con ayuda de la tijera telescópica. C: Selección de estacas semileñosas y sanas. D: Transporte de las muestras en coolers con compresas de hielo para evitar la deshidratación.

ANEXO 4. Preparación y desinfección de estacas dentro del laboratorio del anexo experimental, San ramón, INIA.



Foto 1. Procedimiento de estandarización y desinfección de estacas. A: estandarización de longitud de estacas (30 cm) y diámetro de 10 a 20mm. B: Corte biselado cerca a los nudo ubicados en la parte terminal de la estaca. C: Desinfección de estacas en bandejas llenas de solución con Cupravit por 15 minutos. D: Oreado y sellado de la parte apical de la estaca con cera para evitar deshidratación e infección por la herida expuesta.

ANEXO 5. Preparación de las dosis de AIB dentro del laboratorio del anexo experimental, San ramón, INIA.

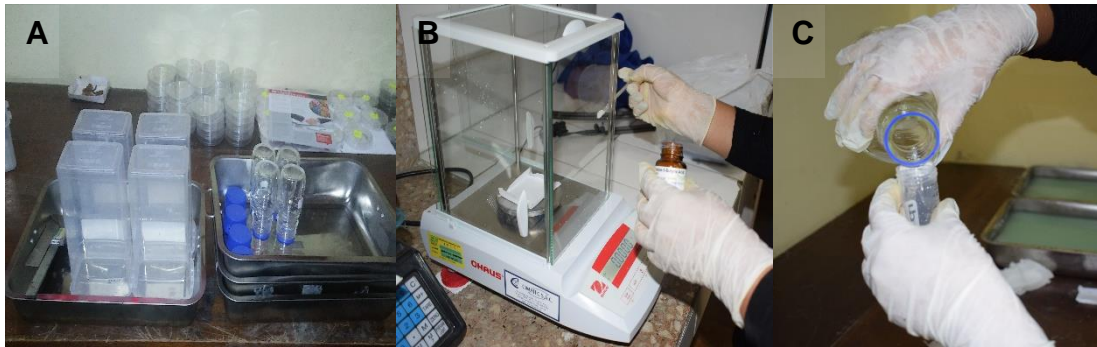


Foto 1. Procedimiento de elaboración de dosis. A: Materiales esterilizados con alcohol y en la estufa a 100°C. B: Pesado de hormona AIB de Caisson Lab (1000ppm – 0,1g; 3000ppm – 0,3g; 5000ppm – 0,5g). C: Mezcla de hormona con 100ml de alcohol.

ANEXO 6. Aplicación de las dosis de hormona AIB en las estacas.



Foto 1. Procedimiento para la aplicación de la hormona AIB en las estacas. A: Aplicación de hormona por el método de inmersión rápida (40 segundos). B: Ventilación de estacas para la evaporación del alcohol.

Anexo 6. Plantación de estacas en las bolsas con sustrato instalados en el vivero de Anexo experimental, San ramón, INIA.

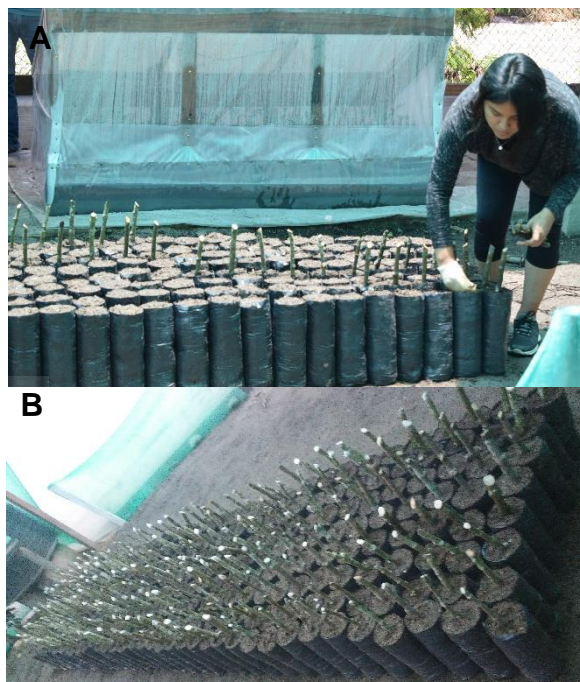
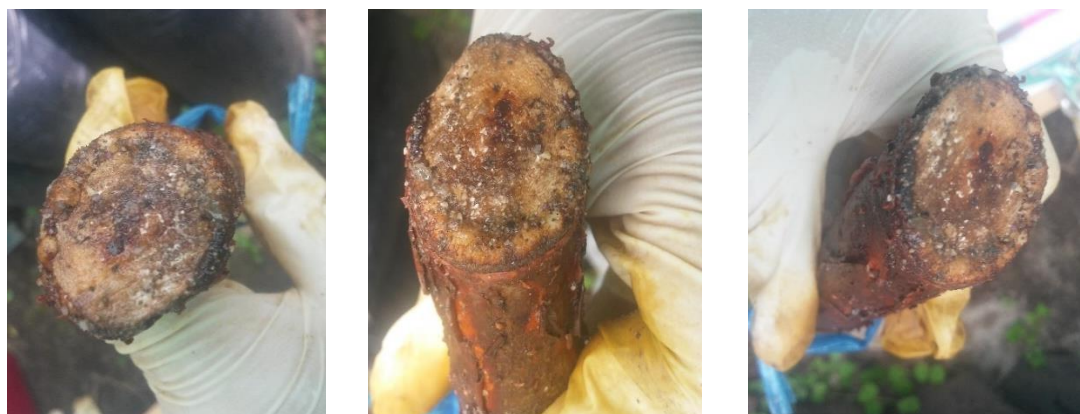


Foto 1. Procedimiento de plantación de estacas de *Amburana* sp. A: plantación de estacas por la parte biselada en hoyos de 5cm aproximadamente. B: Ensayo instalado.

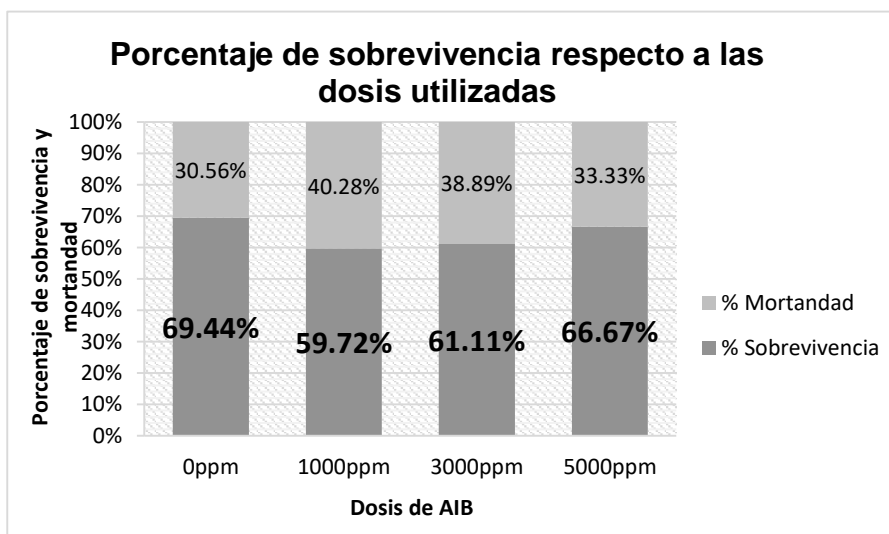
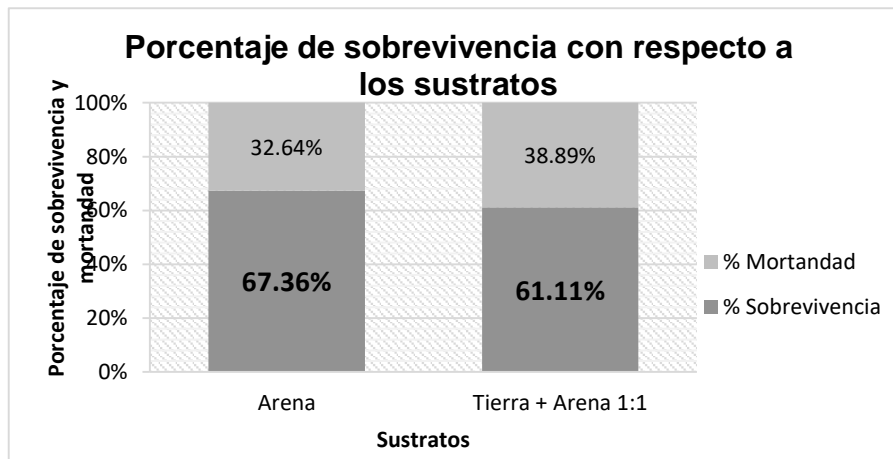
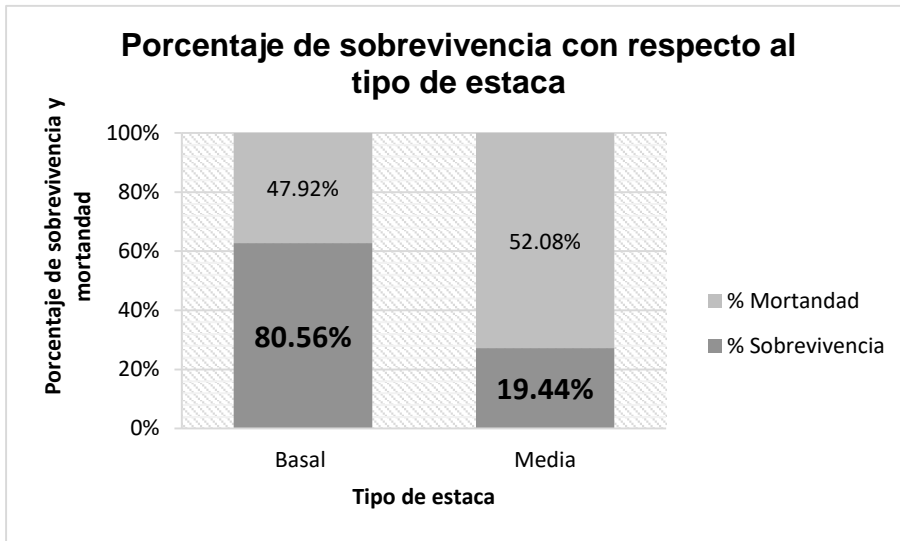
ANEXO 7. Estacas evaluadas con presencia de callos después de 90 días de la instalación del ensayo.



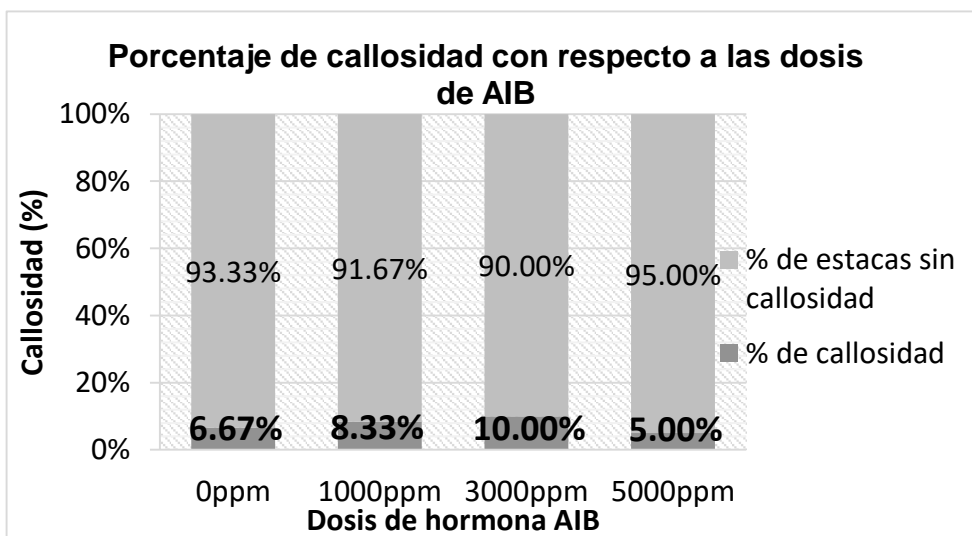
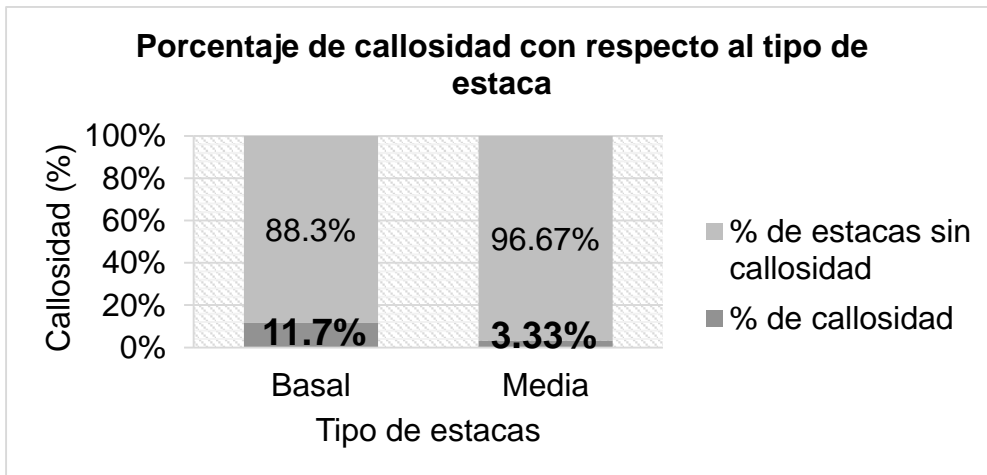
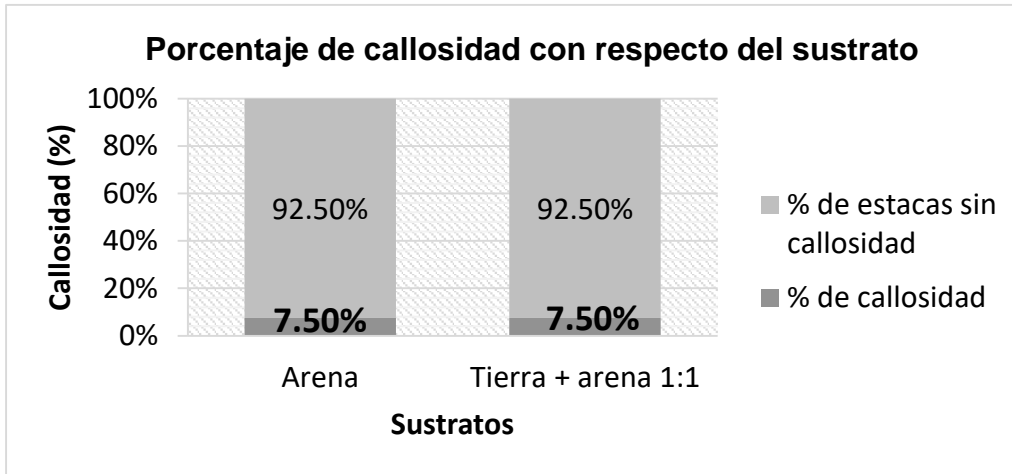
ANEXO 8. Estacas evaluadas con presencia de raíz después de 90 días de la instalación del ensayo.



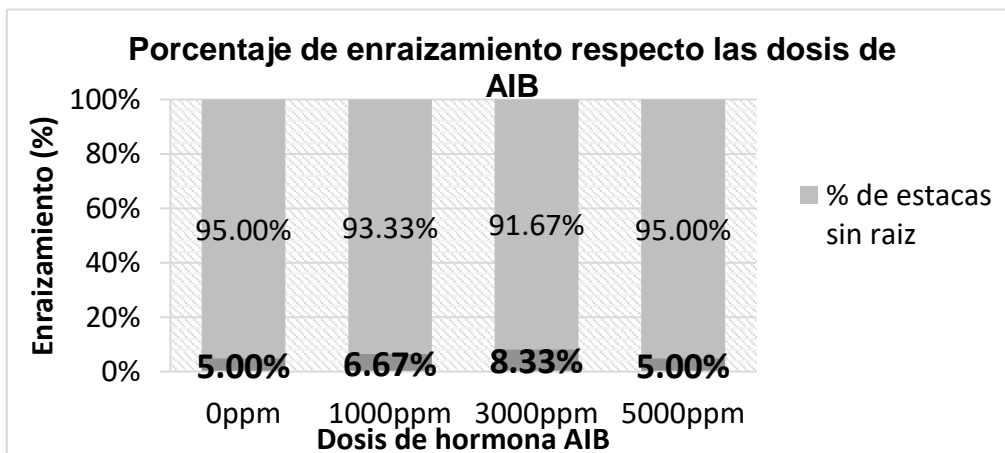
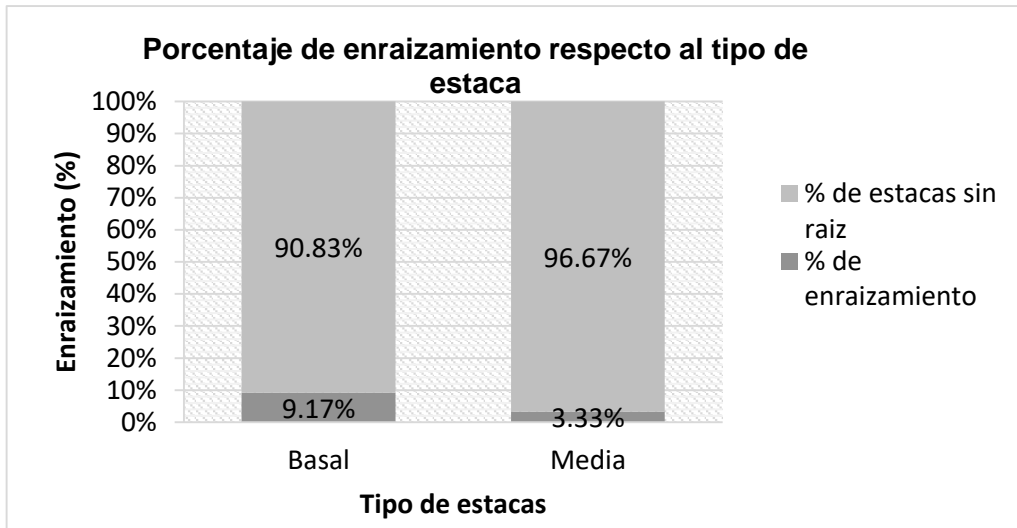
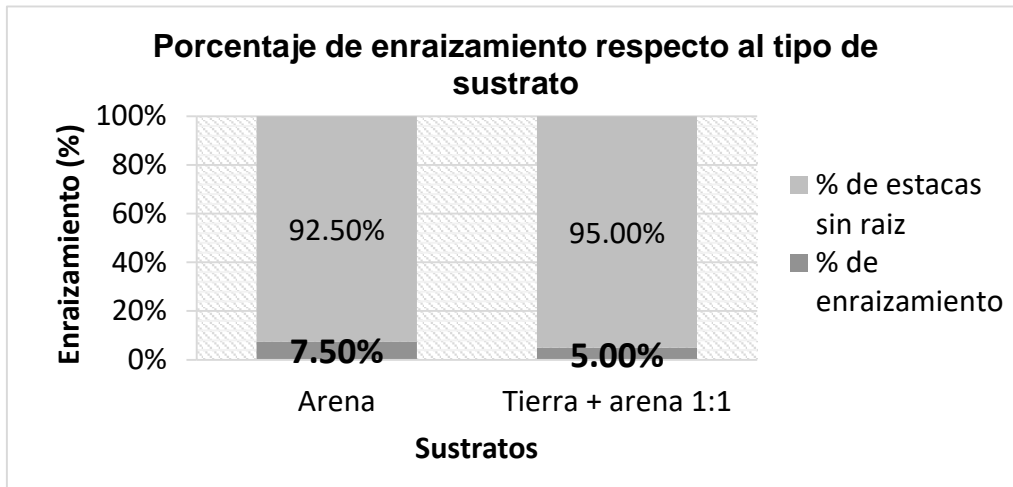
ANEXO 9. Porcentaje de sobrevivencia y mortandad de las estacas de *Amburana sp.*



ANEXO 10. Porcentaje de callosidad de las estacas de *Amburana* sp.



ANEXO 11. Porcentaje de enraizamiento de las estacas de *Amburana* sp.



Materiales	Unidades	Cantidad	Costo unitario(s/.)	Costo total
Tijeras para podar	unid.	2	40	S/ 80.00
Tijera Telescópica	unid.	1	150	S/ 150.00
Machete	unid.	1	15	S/ 15.00
Wincha	unid.	1	25	S/ 25.00
Cinta métrica	unid.	1	50	S/ 50.00
Hipsómetro	unid.	1	150	S/ 150.00
Brújula	unid.	1	80	S/ 80.00
Cinta Dimétrica	unid.	1	150	S/ 150.00
Coolers	unid.	2	150	S/ 300.00
Set de disección	unid.	1	20	S/ 20.00
Cámara fotográfica	unid.	1	300	S/ 300.00
Sticky notes	unid.	1	5	S/ 5.00
GPS	unid.	1	250	S/ 250.00
Micropipeta	unid.	1	650	S/ 650.00
Frascos Falcon	unid.	1	10	S/ 10.00
Frascos	unid.	2	20	S/ 40.00
Termohigrómetro	unid.	1	90	S/ 90.00
Palas	unid.	2	12.5	S/ 25.00
Carretillas	unid.	4	50	S/ 200.00
Vernier	unid.	1	75	S/ 75.00
Cernidores n° ¼ y °80	unid.	2	10	S/ 20.00
Arena fina	Carretilla	2	5	S/ 10.00
Tierra Agrícola	Carretilla	2	5	S/ 10.00
Fungicida BENZOMIL	Frasco	1	30	S/ 30.00
Hormona AIB (5000ppm)	Frasco	1	600	S/ 600.00
Alcohol 96	Frasco	1	3.5	S/ 3.50
Libreta de campo	unid.	1	5	S/ 5.00
Regla	unid.	2	1	S/ 2.00
Lápiz	unid.	1	1	S/ 1.00
Papel Periódico	unid.	20	0.5	S/ 10.00
Rafia	unid.	1	3	S/ 3.00
Guante de látex	unid.	10	0.5	S/ 5.00
Cinta masking tape	unid.	1	2	S/ 2.00
Bandejas de aluminio	unid.	6	4	S/ 24.00
Plumón indeleble	unid.	1	2	S/ 2.00
Pasajes /monitoreo	Viaje	7	40	S/ 280.00
Pasajes /colecta	viaje	1	70	S/ 70.00
Viáticos	viaje	7	60	S/ 420.00
TOTAL	S/			4,162.50

ANEXO 12. Presupuesto estimado para la realización del experimento.