

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN DE HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EFFECTO DE ENRAIZADORES EN LA PROPAGACIÓN POR ESTACA
DEL ALISO (*Alnus acuminata*), EN CONDICIONES DE VIVERO EN
LA LOCALIDAD DE - HUACRACHUCO - 2016**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

JANETT NATIVIDAD, Domínguez Santisteban

HUÁNUCO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A mis queridos padres, quienes me inculcaron principios fundamentales para enfrentar la vida y por brindarme siempre su apoyo incondicional; mi sincero agradecimiento por haber depositado su confianza e impartido sus sabios consejos.

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, por ser mi guía y fiel compañía en cada momento de mi vida.

Al Doc. Santos Jacobo Salinas por haberme brindado su apoyo incondicional, dedicación y paciencia al instruirme y transmitirme sus conocimientos durante la elaboración del presente trabajo de investigación.

Y a todas las personas que han sido de mucha influencia en el desarrollo del trabajo de investigación, gracias por su mano amiga en mis aciertos y desaciertos, gracias a todos mis seres queridos logre superar satisfactoriamente una etapa más de mi vida profesional.

RESUMEN

La investigación “Efecto de enraizadores en la propagación por estaca del aliso (*Alnus acuminata*), en condiciones de vivero en la localidad de - Huacrachuco”, el clima es frío templado, la zona de vida bosque seco - Montano Bajo Tropical, (bs- MBT). El tipo de investigación aplicada, nivel experimental la población constituida por 288 estacas de alisos por experimento y 96 por áreas netas experimentales. El diseño es Completamente al Azar (DCA) las observaciones fueron porcentaje de prendimiento, longitud y número brotes y raíces por estaca. Las técnicas de recolección de información bibliográfica y de campo fueron el análisis de contenido, fichaje, observación y los instrumentos las fichas, la libreta de campo. Los resultados permitieron concluir que existen diferencias significativas en porcentaje de prendimiento de estacas donde el tratamiento T₂ obtuvo el promedio más alto 87,75 % a los 90 días después de la siembra, en número de brotes por estaca existen diferencias estadísticas significativas donde el mayor número lo obtuvo el tratamiento T₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB) a los 90 días después de la siembra con 3,75 brotes igualmente en longitud de brotes donde el tratamiento T₂ a los 90 días después de la siembra obtuvo 7,49 cm. Referente al mayor número y longitud de raíces por estaca también lo obtuvo el tratamiento T₂ con 18,58 raíces y 15,42 cm de longitud existiendo diferencias estadísticas significativas con respecto a los demás tratamientos; recomendando que para un buen prendimiento y brote de estacas en aliso se tome en cuenta el enraizador Ácido 3-indol-butírico (AIB) que se dio a conocer en esta investigación con buenos resultados para la especie.

Palabras claves: Diámetro de estacas- brotes – tamaño y número de raíces.

SUMMARY

The research "Effect of rooting on the propagation by cutting of the alder (*Alnus acuminata*), in nursery conditions in the locality of - Huacrachuco", the climate is cold tempered, the dry forest life zone - Montano Bajo Tropical, MBT). The type of applied research, experimental level the population constituted by 288 alder stakes per experiment and 96 by net experimental areas The design is Completely Random (DCA) observations were percent firing, length and number shoots and roots per stake. The techniques of collection of bibliographical information and of field were the analysis of content, signing, observation and the instruments the fichas, the field book. The results allowed to conclude that there are significant differences in percentage of stake picking where the treatment T2 obtained the highest average 87.75% at 90 days after sowing, in number of shoots per stake there are significant statistical differences where the highest number was obtained by treatment T2 (3-indole-butyric AIB) at 90 days after sowing with 3.75 shoots also at shoot length where T2 treatment at 90 days after sowing was 7.49 cm. Regarding the highest number and length of roots per stake, the T2 treatment with 18.58 roots and 15.42 cm long was also obtained, with statistically significant differences with respect to the other treatments; recommending that for a good arrest and outbreak of alder cuttings take into account the rooting agent 3-indole-butyric acid (AIB) which was made known in this research with good results for the species.

Key words: Diameter of cuttings - size and number of roots

ÍNDICE

	Pg.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
SUMMARY	iv
I. INTRODUCCIÓN	01
II. MARCO TEÓRICO	03
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	03
2.1.1. Clasificación taxonómica del aliso.	03
2.1.2. Origen.	03
2.1.3. Características anatómicas.	03
2.1.4. Características botánicas.	04
2.1.5. Características climáticas.	06
2.1.6. Propagación.	08
2.1.7. El sustrato.	12
2.1.8. Enraizamiento	14
2.1.9. Enraizadores químicos	15
2.2. Antecedentes	21
2.3. Hipótesis	22
2.4. Variables y operacionalización de variables.	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	23
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	23
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.	24
3.3. POBLACION, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	24
3.4. TRATAMIENTO EN ESTUDIO	25
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	25
3.5.1. Diseño de la investigación	--

3.5.2. Datos a registrar	29
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información	30
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS.	31
3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	32
IV. RESULTADOS	35
V. DISCUSIÓN	53
CONCLUSIONES.	56
RECOMENDACIONES	57
LITERATURA CITADA	58
ANEXOS	61

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques nativos constituyen un recurso natural importante en la sobrevivencia de todos los seres, debido a la gran biodiversidad de especies existentes, nuestro país está considerado entre los mayores mega diversos del mundo.

La conversión de tierras para la agricultura migratoria ha generado importantes impactos ambientales y socio económicos a escala nacional, y la realidad de los bosques naturales son limitados y decrecientes con necesidad de colonizar las partes altas; las tierras dedicadas a la producción agropecuaria están desprotegidas, por lo que se requiere de vegetación, manejo y conservación de suelos y aguas, por esta razón, es necesario el desarrollo de programas de producción y plantación de especies forestales nativas.

Uno de los problemas graves que se ha evidenciado, a lo largo de los últimos años a nivel nacional es la tala y desaparición de diversos árboles nativos propios del lugar; poco interés y apoyo al desarrollo forestal por parte de los gobiernos, con políticas poco creativas que ayuden a mejorar las condiciones de cobertura vegetal para alcanzar un equilibrio ecológico.

Aunque, existen varios programas y planes orientados a incrementar la producción y plantación de especies forestales nativas, que permitan de algún modo compensar la pérdida de bosques naturales, se ha obtenido mayor aceptación con plantaciones con especies forestales exóticas debido a su rápido crecimiento y facilidad que se tiene para su producción lo cual hace que haya mayor oferta a nivel de viveros forestales.

El aliso por lo general se lo propaga empíricamente sin un conocimiento real sobre el uso de enraizadores químicos y orgánicos, que

permitan obtener el mayor número de plantas de buena calidad, a un bajo costo y en menor tiempo posible, y así lograr una exitosa propagación vegetativa. Con el objetivo de preservar las cualidades intrínsecas de la planta madre, obteniendo de ella el máximo provecho, en los últimos años ha tomado gran impulso la multiplicación de plantas por medio de esquejes y con la ayuda de enraizadores (hormonas) se ha conseguido resultados exitosos.

Ante este problema y el requerimiento de plántulas para futuros programas y planes de reforestación en la Región Andina, la investigación aporta al conocimiento de la propagación vegetativa del aliso, donde el objetivo fue determinar el efecto de los enraizadores en la propagación por estaca del poroto en condiciones de vivero en Huacrachuco y los objetivos específicos fueron:

1. Evaluar el efecto de los diferentes enraizadores en el porcentaje de prendimiento de las estacas de aliso.
2. Medir el efecto los enraizadores en el número y tamaño de brotes en la propagación por estaca del aliso
3. Evaluar el efecto de los diferentes enraizadores en el número y tamaño de raíces en la propagación por estaca del aliso.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Clasificación taxonómica del aliso

Clasificación taxonómica citada por: (Carpelleti 1980).

Reino: Vegetal Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fagales

Género: *Alnus*

Especie: *Acuminata*.

Nombre Científico: ***Alnus acuminata***

2.1.2. Origen

Este género comprende una veintena de especies, ampliamente distribuidas en las regiones templadas y frías del hemisferio septentrional, desde Asia y Europa hasta América del Norte (Moottet y Hamm 1990).

2.1.3. Características anatómicas

El árbol

El árbol es monoico, mediano de 10 a 15 m de altura, 25 a 30 cm DAP, fuste cilíndrico, copa amplia, ramificación con follaje esparcido. Corteza de 0,8 a 1 cm, externa lisa, blanco grisáceo, corteza interna rosada, fácilmente desprendible de la albura. (Chamacás y Tipaz 1995).

Copa

En términos generales la copa es angosta, irregular y abierta. En el Ecuador se puede observar esto de acuerdo a la altitud, se puede observar que los alisos de Saraguro 2 500 msnm presentan una copa más densa y con más follaje, en cambio los procedentes de Carchi 3 200 msnm es abierta. (Añazco 1996)

Tallo

Cuando tierno es pubescente, en su parte terminal es de forma triangular y de intenso color azulado, las ramas se disponen de modo alterno y las ramillas se presentan angulosas y de color marrón rojizo u oscuro. (Añazco 1996).

Corteza

Es lisa de color gris claro, a veces plateada en árboles jóvenes, cuando adultos en ciertos casos se torna pardo y se agrieta en una serie de escamas delgadas y verticales. También en la corteza se encuentra lenticelas alargadas y blanquecinas de aproximadamente 1,5 cm, protuberantes, suberosas, y fáciles de identificar, el espesor de 1 mm. (Añazco 1996).

Raíz

El sistema es amplio y se extiende muy cerca de la superficie del suelo. Muchas raíces son leñosas y superan a veces en longitud a la altura total del árbol. En suelos arenosos y de origen aluvial se nota una tendencia a desarrollar raíces pivotantes y poco superficiales, los nódulos que recubren con una epidermis decoloración parda o amarillenta ocurren en las raíces de las plantas a la temprana edad, a los 2 meses se los puede observar desde la base de las raíces hasta la punta de las raicillas. (Añazco1996)

2.1.4. Características botánicas

Hojas

El color de las hojas es verde intenso en el lado superior, algo más claro en el lado inferior. Limbo peciolado y aovado, hasta 0,2 m de largo, con pecíolos de 0,02 m y algo más. Borde ligeramente dentado. Nervadura, áspera y muy marcada. Inserción en las ramas, alternadas. (Carrillo 1998).

El aliso posee hojas caducas alternas estipuladas, simples ovaladas, el pecíolo es pubescente. Las hojas son aserradas en el margen, lisas y brillantes, color verde oscuro y nítidas en el haz, nervaduras prominentes y pilosas en el envés (Casanova 1996).

Flores

Añazco (1996) manifiesta que a especie es monoica. Las flores aparecen en inflorescencias alargadas en la misma rama, siendo el cáliz un poco difícil de distinguir y la corola presenta una coloración amarillenta.

La inflorescencia masculina son alargadas de numerosas brácteas deltoides con tres flores y un cáliz cada una, este cáliz es membranoso y algo imbricado, las brácteas se presentan en varios casos duras y cada una de ellas se encuentran protegiendo una cima triflora y sustentada por un pedúnculo con 4 bractéolas.

Generalmente las inflorescencias se encuentran dispuestas al final de las ramas en amentos de hasta de 14 cm de longitud y una coloración verde amarillenta de forma cilíndrica y colgantes. Se desarrollan antes que aparezcan las hojas y, en la mayoría de los casos, se caen enteros después de la floración.

Las inflorescencias femeninas son de forma cilíndrica u ovoide, semejantes a conos cortos erectos de 0,7 cm a 2,5 cm de largo y de 0,5 cm a 1,2 cm de diámetro, brácteas imbricadas con dos flores por bráctea, el ovario de 3 mm de longitud aproximadamente, se presenta desnudo-aplanado con dos celdas biloculares, con un óvulo por el lóculo, los óvulos solitarios y adheridos cerca del ápice de cada celda, el estigma bifido.

Frutos

Los frutos que tienen la forma de conos o piñas pequeñas, aparentemente se encuentran durante todo el año aunque en algunos lugares son más frecuentes de enero a junio. Para obtener semilla se recomienda colectarlos cuando están de color amarillo oscuro o marrón claro antes de que se sequen en el árbol, es mejor secarlos bajo la sombra en lugares ventilados, sobre una tela o papel a fin de que las semillas queden sobre ella. (Hidrovo 1992)

2.1.5. Características climáticas

Zona de vida

Desarrollan bien en un bosque húmedo Montano bajo, bh-MB y bosque muy húmedo Montano Bajo, bmh-MB, influenciados por la condensación periódica de la neblina, pudiendo y aún bajar al Pre-Montano. (INEFAN, 1992).

Las formaciones ecológicas (Sistema Holdrige) que ocupa la especie son las siguientes: en cursos de agua de estepa Montano (e-M), bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB), bosque seco Montano Bajo (bs-MB), bosque húmedo Montano (bh-M). La altura más baja de estas formaciones corresponde al (bmh-MB). 2 600 a 3 200 msnm y la más alta a 3 800 msnm (Carrillo 1998).

Exigencias del suelo

Prefiere suelos profundos, bien drenados, húmedos limosos o limo-arenosos de origen aluvial o volcánico, aunque puede crecer en un suelo pobre, desde grava a arena, arcillas y aún sobre rocas. (INEFAN. 1992).

El aliso no es exigente en cuanto al suelo, crece en suelos muy pobres, que los mejora puesto que fija nitrógeno al suelo. Es planta pionera en zonas devastadas por quemas y erosión, por su capacidad de producir bastante material orgánico rico en nitrógeno, se puede considerar el aliso,

como una de las especies más importantes para la recuperación de los suelos. (Carrillo 1998).

La especie del aliso no es exigente en cuanto a calidad de suelo, siempre cuando haya buena humedad, el árbol crece en un amplio rango de texturas: desde la arcilla hasta la arenosa, e inclusive en suelos pedregosos y superficiales. No requiere de materia orgánica en el suelo, por lo que sirve para colonizar zonas de subsuelo expuestas. Ello se debe a la simbiosis radicular con un actinomiceto que fija nitrógeno, así como también a su simbiosis con hongos micorríticos. (Carrillo 1998)

Por lo general, el género *Alnus* se encuentra en suelos ácidos con un pH de 5,5 a 6,0, aunque se han observado árboles aislados de aliso en suelos calcáreos. (Carrillo 1998)

Temperatura

Necesita de una temperatura mínima de 7 grados centígrados hasta 20 grados centígrados, pudiendo soportar temperaturas más altas cuando están libres de malezas. (INEFAN. 1992)

El aliso en general es una especie de clima templado donde el rango de temperatura media es de 4 a 27 grados centígrados. Puede soportar temperaturas que bajan temporalmente a 0 grados centígrados. Luego de heladas breves y daños en su follaje, se han recuperado con bastante rapidez. En las partes más altas prosperan en quebradas abrigadas ya que vientos secos fríos afectan su desarrollo. (Carrillo, 1998)

Precipitaciones

El aliso necesita precipitaciones mayores de los 1 500 mm , cuando la lluvia es menor se debe emplear plántulas con gran volumen de tierra en las raíces (cepellón).

El aliso se desarrolla bien a precipitaciones de 500 mm anuales, aunque prefiere zonas más húmedas, exigente en cuanto a la humedad, en especial en la etapa de germinación y desarrollo inicial, por ser la plántula (hasta 0,05-0,07 m de altura) es susceptible a la sequía, la regeneración

natural de esta especie generalmente sólo se encuentra en lugares húmedos junto a quebradas y riachuelos.

Sin embargo ya establecido, el aliso puede resistir cierto grado de sequía, en lugares secos, por sus fustes múltiples sirve para producir buena cantidad de biomasa y para la recuperación de suelos erosionados. En tales casos es impresionante ver la cantidad de humus que se forma con relativa rapidez en las zonas de influencia de aliso. (Carrillo 1998)

2.1.6. Propagación

El aliso se reproduce por semillas, estacas y plántulas. (Ulloa y Moller 1995)

La propagación vegetativa es un proceso que permite desarrollar nuevas plántulas a partir de una porción de ellas, diferente a la semilla, puede ser natural o artificial, y es posible porque en muchas de estas los órganos vegetativos tienen la capacidad de regeneración. (Corente 1997).

En el Ecuador, la especie se propaga sexual (semillas) o asexualmente (partes vegetativas), el aliso blanco tiene mayor facilidad para propagarse vegetativamente, en el sistema por semillas no se ha observado diferencias significativas en ambas variedades. (Añazco 1996).

Ventajas. La propagación por esquejes es la más usada en árboles forestales, la propagación vegetativa de árboles forestales, es ventajosa puesto que captura en su totalidad la parte genética y produce rápidos resultados con mejoramiento en los rasgos, aditivos y no aditivos. (Mesén 1998)

Desventajas. Algunos atribuyen a la propagación vegetativa cuesta más producir una planta enraizada, en comparación con los costos de producción por semilla. Los costos serán más altos, pero en cualquier caso, las ganancias genéticas se compensarán con creces cualquier aumento en los costos de producción. (Mesén 1998)

2.1.6.1. Propagación asexual

Es la formación de nuevos individuos a partir de diversas partes del cuerpo vegetal, de preferencia los esquejes de la parte media de las ramillas es el material vegetativo más aconsejado para la propagación esta forma de reproducción o propagación también se la conoce como reproducción asexual. Se trata de un proceso que implica la separación y el enraizamiento de una parte de la planta. De esta manera, las células, tejidos y órganos desprendidos se desarrollan directamente en nuevos individuos. Las ramillas de la parte intermedia tienen un crecimiento más rápido; actualmente, la propagación vegetativa para los forestales es una de las técnicas más importantes para el mejoramiento genético. (Ordoñez y Arbeláez 2004).

2.1.6.2. Reproducción sexual

Para obtener semillas de calidad y garantizar su germinación, se debe recolectar los frutos (conos) cuando empiezan a cambiar su color de verde a marrón (la época ideal es cuando el 50% es de color verde). Las aletas presentan una coloración café, los embriones color blanco, se debe evitar recolectar aquellos conos que presentan un 100% color café oscuro y las que se encuentran en el suelo, ya que en este sentido han perdido gran parte de la semilla fértil. Los frutos (conos) se sacan 3 a 5 días a media sombra y luego, cuando han terminado desecarse y ha caído toda la semilla del mismo, es conveniente pasar por una zaranda para separar las semillas de las impurezas, debido a que pierde su poder germinativo. (Añazco 1996).

2.1.6.3. Producción de raíz desnuda

Añazco (1996) una alternativa al uso de fundas u otro tipo de envase, constituye la producción de plántulas a raíz desnuda, consiste en repicar las plantitas producidas en los semilleros (también se puede utilizar plántulas de regeneración natural o estacas basales) en platabandas previamente construidas para el efecto, en ellas se coloca las plantitas a 15 cm. entre plántula y 15 cm entre hileras.

En el Perú no existe mucha experiencia en producir este tipo de plántula, se puede considerar dos grandes ventajas frente a la producción de fundas: la ganancia en altura y el menor costo de producción y transporte, el mayor inconveniente de la producción de raíz desnuda se presenta al momento de transportar e instalar las plántulas en los sitios definitivos, debido a la falta de experiencia al plantar y a la forma de embalaje que hace resecarse al sistema radicular, por otro lado una desventaja del sistema a raíz desnuda es que se requiere mayor superficie del terreno.

2.1.6.4. Propagación vegetativa

Consiste en utilizar partes vegetativas para la producción, de acuerdo a las procedencias, en el Ecuador, se prefiere el aliso blanco, es decir, aquel que tiene las raíces preformada (Easley y Lambeth, citado por Chicaiza, 2004).

Las ventajas de la propagación vegetativa frente a la sexual: Se conservan mejor las características de los progenitores. Se obtiene mayor crecimiento en menor tiempo. El manejo a nivel de vivero es más sencillo.

El costo de producción es menor. Se evita pérdidas de plántulas por causas como: pájaros, roedores, etc. Se evita el riesgo de tener raíces mal formadas por un deficiente repique.

Las características que un árbol de aliso debe tener, para ser considerado como un buen productor de material vegetativo, son las siguientes: preferiblemente aliso blanco, que tenga raíces preformadas-chupones libre de plagas y enfermedades que se encuentre en sitios húmedos, preferiblemente bien formados. (Añazco, 1996).

Propagación por estacas, esquejes, yemas, acodos. El éxito de la técnica por esquejes, se mide a través del porcentaje de enraizamiento logrado, actividad que indica la satisfactoria reproducción de la planta, es decir la obtención de un nuevo individuo. El proceso de propagación vegetativa por el método de esquejes, se da por concluido con la aparición de hojas y raíces del esqueje, después de la plantación (CONIF, 2002).

2.1.6.5. Reproducción por estacas

Al recolectar y plantar las estacas, tener presente las siguientes consideraciones:

- a) Se prefiere estacas básales que apicales, el tamaño no es de importancia si tiene raíces preformadas, basta con 10 a 15 cm de longitud. (CONIF, 2002).
- b) El diámetro de la estaca debe ser aproximadamente entre 0,5 cm y 2 cm, lo importante es asegurar que esté lignificada y existan raíces preformadas. (CONIF, 2002).
- c) Cada estaca debe tener por lo menos tres yemas, al preparar la estaca se deben hacer cortes diagonales, tanto en la base como en la punta se deben seleccionar por tamaño, generalmente de 4 tamaños, al momento de establecerlas en la platabanda, las más grandes se ubicarán en el primer bloque, luego la de menor tamaño, y así sucesivamente. (CONIF, 2002).
- d) Al momento de plantarlas se las debe ubicar con la parte más gruesa (más vieja) hacia abajo, en contacto con el suelo, y con una ligera inclinación, procurando enterrar unos 4 cm Aunque se puede propagar en funda, se recomienda hacerlo en platabanda. Con estas técnicas se obtendrán plántulas entre 0.80 m y 1.20 m en 6 ó 10 meses, dependiendo de la altitud y el sustrato principalmente, por lo que se recomienda recolectar estacas entre febrero y junio. (Añazco, 1996).
- e) La presencia de yemas en el desarrollo era un requerimiento para el enraizamiento y que la intensidad de la producción en la raíz estaba directamente correlacionada con la proporción del desarrollo de la yema. Estacas con yemas inactivas fracasaron en el enraizamiento, aún bajo las mejores condiciones, pero cuando las yemas renovaban su actividad, el enraizamiento ocurría. Indica también que la extracción de un anillo en la corteza de una pequeña sección del tronco debajo de las yemas también a formar raíces. (CONIF, 2002).

2.1.7. El sustrato

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. (Aguilar, 1998)

2.1.7.1. Características del sustrato ideal

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo: (Delgado, 1989).

2.1.8. Descripción general de sustratos

2.1.8.1. Sustratos naturales

a) Agua

Es común su empleo como portador de nutrientes, aunque también se puede emplear como sustrato. (Aguilar, 1998).

b) Gravas

Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10 % en carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1 500-1 800 kg/m³. Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40 % del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de

utilizarse. Existen algunas gravas sintéticas, como la herculita, obtenida por tratamiento térmico de pizarras. (Llurba, 1997)

c) Arenas

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. (Maroto, 1990).

Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. (Maroto, 1990).

Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores. (Maroto, 1990).

d) Tierra volcánica

Son materiales de origen volcánico que se utilizan sin someterlos a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Están compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro. También contiene calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. Las granulometrías son muy variables al igual que sus propiedades físicas. El PH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. La CIC es tan baja que debe considerarse como nulo. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo. (Urrestarazu, 1997).

e) Turbas

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos

grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica. (Maroto, 1990).

Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un PH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros. (Maroto, 1990)

2.1.8. Enraizamiento

Barahona (2012) menciona que el enraizamiento se debe realizar en una instalación que los proteja del sol y del viento, o sea, en invernadero, cajones o túneles de plástico. La humedad ambiente debe ser bastante elevada. Para favorecer el mantenimiento de esta humedad relativa puede blanquearse la cubierta, con cal y un poco de sal de cocina para que se adhiera más si es de cristal, y si es de plástico con pintura plástica blanca.

El sustrato, donde vamos a colocar las estacas, debe ser un medio inerte, poroso y no tener gérmenes de enfermedades, porque la raíz de la estaca necesita oxígeno y no admita agua estancada porque ocasionaría la pudrición de la estaca.

Es aconsejable utilizar materiales de origen volcánico como perlita, vermiculita, piedra pómez, picón, entre otros, formando gránulos pequeños, también arena de río o barranco. La perlita es muy usada, sobre todo por su menor peso y porque no se rompen las raíces al sacar la estaca para el trasplante, cosa que ocurre con frecuencia cuando se emplea turba solamente.

2.1.9. Enraizadores químicos

Las auxinas son un grupo de fitohormonas que tienen la función de regular el crecimiento vegetal. Fundamentalmente provocan la elongación de las células. Se sintetizan en las regiones meristemáticas del ápice de los tallos y se deslizan desde allí hacia otras zonas de la planta, principalmente hacia la base, estableciéndose así un gradiente de concentración. Este movimiento se realiza a través del parénquima que rodea a los haces vasculares. (Vivanco, 2008)

Como ha mencionado, a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladoras de crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas regulan los procesos fisiológicos de las plántulas. Las hay de origen natural como el ácido indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). Todos estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican la base de las estacas, esquejes. La función de las auxinas es la promoción del enraizamiento tiene que ver con la división y crecimiento celular, la atracción de nutrientes y de otras sustancias al sitio de aplicación, además de las relaciones hídricas y fotosintéticas de las estacas, entre otros aspectos. Un método sencillo es la aplicación de la hormona por remojo de la base de las estacas (de 4 a 12 horas), según las instrucciones de los preparados comerciales (Vivanco, 2008:32).

2.1.9 1. Fitohormonas y sus funciones

Hernández (2006) indica lo siguiente:

a) Auxinas

Según estudios efectuados sobre la fisiología de las auxinas a mediados de la década de 1930, demostraron que éstas intervienen en actividades de la planta tan variadas como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de las hojas y frutos y en la activación de las células del cambium. Estimula la

elongación del tallo, el crecimiento de la raíz y la diferenciación y desarrollo del fruto.

b) Citoquininas

Son hormonas vegetales que intervienen en el crecimiento y diferenciación de las células. Diversos materiales naturales y sintéticos como la zeatina, kinetina y 6-benciladenina, tienen actividad de citoquinina. Afecta el crecimiento de la raíz y la diferenciación; estimulan la división celular, el crecimiento, germinación y floración.

c) Giberelinas

Las giberelinas tienen una función de regulación de la síntesis del ácido nucleico y de las proteínas, y es posible que supriman la iniciación de las raíces, interfiriendo en estos procesos.

Promueve la germinación de las semillas, induce la brotación de yemas; promueve el crecimiento de las hojas, floración, desarrollo del fruto; afecta al crecimiento de la raíz y la diferenciación.

d) Ácido abscisico

Es un inhibidor de ocurrencia natural en las plantas; los reportes sobre el efecto en la formación de raíces adventicias son contradictorios, aparentemente y dependiendo de la concentración y estado nutricional de las plantas maternas puede estimular o inhibir la formación de raíces adventicias. Inhibe el crecimiento; cierra los estomas durante el estrés hídrico; contrarresta la dormancia de semillas.

e) Etileno

Es un material gaseoso producido por las plántulas y tiene efectos hormonales, aunque no se ajusta de manera exacta a la definición de unas hormonas demostraron que el etileno al igual que el propileno, el acetileno y el monóxido de carbono, son estimuladoras de la iniciación de raíces. Estimula la maduración del fruto; tiene efecto opuesto a algunas auxinas;

estimula o inhibe el crecimiento de raíces, hojas, flores dependiendo de las especies.

2.1.9.2. Hormonas vegetales de uso comercial

a) Hormonagro # 1

Es un poderoso estimulante, para formar un mayor sistema radicular en las plantas. Ideal para la propagación asexual por medio de estacas, para enraizar acodos y esquejes. Datos recientes indican que las aplicaciones foliares o terminales de las sustancias de crecimiento de Hormonagro # 1 fomenta eficazmente el enraizamiento.

b) Cytokin

Es una hormona natural reguladora del crecimiento vegetal que facilita la nutrición de las plantas, promueve el brote y desarrollo de las yemas, espigas y flores, mejora el amarre de las flores y el desarrollo de los frutos, crecimiento de la raíz y sobre todo el vigor de la productividad de la plántula. Cytokin aplicado al suelo sirve para transportar nutrientes a la parte aérea de las plantas y contribuir a su turgencia; además ayuda a combatir el envejecimiento de las células.

2.1.9.3 Raizone*- plus

Faxsa (2011) el Fito regulador RAIZONE*-PLUS es un polvo fácil de usar y cuidadosamente de preparado, que contiene sustancias reguladoras de crecimiento. Se ha usado con éxito por más de 30 años para propagar una gran diversidad de plantas difíciles de enraizar.

RAIZONE*-PLUS estimula la tendencia natural de los esquejes y estacas para desarrollar raíces logrando el enraizado en un tiempo más corto, obteniendo mayor número de raíces. Muchas estacas tardan demasiado para enraizar y si no lo hacen se pudren. Las estacas que enraízan con rapidez son menos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades y es más probable que se logren. El uso del RAIZONE*-PLUS

para estimular el enraizado extiende también la temporada del año durante la que pueden obtenerse estacas viables. (Faxsa 2011)

RAIZONE*-PLUS es un estimulante vegetal, no un fertilizante. Los nutrientes para la plántula deben ser proporcionados en forma apropiada. Asimismo, el tratamiento de las estacas con RAIZONE*-PLUS sirve solo para favorecer un enraizado más rápido; no es un sustituto del buen manejo, cuidado y técnica con que deben manejarse los esquejes y estacas (Faxsa 2011)

c) Ácido 3-índol-acético (IAA) - Nombre comercial (IAA 98%)

Chengdu Newsun Crop Science (2013) el modo de acción de regulador del crecimiento vegetal que afecta a la división celular y elongación celular. Se utiliza para estimular el enraizamiento de esquejes de herbáceas plántulas ornamentales y leñosas.

Aplicación: El IAA al 98% no es soluble en agua, así que requiere una dilución previa en alcohol. La mayoría de alcoholes que se venden en la farmacia tienen una concentración del 50 %, lo cual nos permite diluir hasta 20 g de IBA 98 % por litro de alcohol. A la solución de alcohol e IAA 98 % disolver 25 g de vitamina (si dispone de ella, si no use él IAA 98 % sola). Una vez disuelta en alcohol, lo mezclamos al agua con la que vamos a aplicar la hormona. El volumen de agua a usar dependerá, del método de aplicación.

d) Ácido 3-indol-butírico (AIB) - Nombre comercial (IBA 98%)

Agricultural-chemicals, (2011) es un producto útil para estimular el enraizamiento de herbáceas plántulas ornamentales, leñosas. También para promover el alargamiento de la raíz y el crecimiento de la raíz de lignificación flores (por ejemplo: jazmín, begonia, camelia, entre otros). Es una especie de regulador del crecimiento vegetal que actúa sobre la división celular y elongación celular en las plantas.

El producto tiene pureza: 98 % mínimo, es incoloro a amarillo pálido de cristal, es soluble en alcohol, acetona; la humedad en la luz y el aire húmedo; muy estable en punto muerto, agua ácida y medio del alcalino.

Aplicación: El IBA al 98% no es soluble en agua, así que requiere una dilución previa en alcohol. La mayoría de alcoholes que se venden en la farmacia tienen una concentración del 50 %, lo cual nos permite diluir hasta 20 g de IBA 98 % por litro de alcohol. A la solución de alcohol e IBA 98 % disolver 25 g de vitamina (si dispone de ella, si no use el IBA 98 % sola). Una vez disuelta en alcohol, lo mezclamos al agua con la que vamos a aplicar la hormona. El volumen de agua a usar dependerá, del método de aplicación.

2.1.9.4. Enraizador orgánico

Sztern (1999) los abonos orgánicos o bioabonos, son aquellas sustancias o compuestos de origen biógeno vegetal o animal que pertenecen al campo de la química orgánica, y que son en general incorporados directamente al suelo sin tratamientos previos. La aplicación de estiércoles y purines es una práctica tradicional de abonado orgánico, pero a pesar de la incorporación directa al suelo de estos residuos orgánicos puede ocasionar algún efecto beneficioso sobre la estructura y fertilidad de los suelos.

Estimula la actividad dentro, para la formación de las raíces (la plántula tiene una mejor absorción de los elementos nutritivos); también mejora la asimilación de los elementos asociados, ayuda e estimula el transporte de los elementos absorbidos hasta las zonas jóvenes de crecimiento. Es un bioestimulante del crecimiento radicular hecho a base del estiércol animal. Favorece el desarrollo del sistema radicular en plántulas y estacas al estimular la división celular. Mejora las condiciones del suelo, así como también recupera rápidamente a las plántulas del estrés que sufren después del trasplante o repique.

El valor del estiércol de los animales como elemento importante en el mantenimiento de la fertilidad del suelo, es tan obvio, que parece necio repetir la conveniencia de emplearlo en la fabricación de abonos orgánicos.

Té de estiércol vacuno

Es una preparación que convierte el estiércol vacuno sólido en un abono líquido, durante este proceso el estiércol suelta sus nutrientes al agua para de esta forma hacerlos disponibles para las plantas.

Este actúa como enraizador para estacas y esquejes de plantas forestales, es un nuevo método que se está probando ya que es un abono líquido que proporciona nitrógeno y otros elementos minerales que necesita las plántulas para su crecimiento, este ayuda al incremento de la flora microbiana provocando de esta manera un beneficio para las plántulas. El té se puede guardar hasta por tres meses, se debe almacenar en un sitio sombreado y fresco, debiendo mantenerse tapado para evitar la pérdida de los nutrientes por volatilización.

2.2. ANTECEDENTES

Sánchez y Valverde, (2006) en el Laguacoto I, Provincia Bolívar. El ensayo titulado Evaluación del proceso de multiplicación asexual de Estacas de Aliso (*Alnus acuminata*), utilizando cuatro sustratos y tres hormonas en el Laguacoto I, Provincia Bolívar. Tuvo como objetivo principal Evaluar el proceso de multiplicación asexual de estacas de Aliso utilizando cuatro sustratos y tres hormonas en el Laguacoto I, Provincia Bolívar. En el ensayo se analizó: porcentaje de prendimiento, altura de brote, número de brote por estaca, diámetro del tallo del brote, diámetro del peciolo de la hoja, longitud del peciolo de la hoja, número de hojas, largo y ancho de las hojas, porcentaje de sobrevivencia, volumen de la raíz, longitud de la raíz. En esta investigación se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar en arreglo factorial de 4 x 3 y con tres repeticiones, donde el factor A: correspondió a cuatro tipos de sustratos y el factor B fueron tres tipos de hormonas obteniéndose así doce tratamientos.

Se realizaron análisis químico de sustratos, análisis de varianza, prueba de Tukey al 5%, para comparar los promedios de los factores principales (Sustratos y Hormonas) y su Interacción, análisis de correlación y regresión lineal.

2.3. HIPÓTESIS

Hipótesis general

Si utilizamos enraizadores de estaca entonces obtendremos efectos significativos en la propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata*), en condiciones agroecológicas de la localidad de - Huacrachuco - 2 015.

Hipótesis específicas

- a. Los enraizadores tienen efectos significativos en el porcentaje de prendimiento de estaca en la propagación vegetativa de aliso
- b. Los enraizadores tienen efectos significativos en el número y tamaño de brotes en la propagación por estaca de aliso
- c. Los enraizadores tienen efectos significativos en el número y tamaño de raíces en la propagación por estaca de aliso

2.4. VARIABLES

Variable independiente: Enraizadores.

Variable dependiente: Propagación por estaca.

Variable interviniente: Condiciones de vivero.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación, se desarrolló en la localidad de Huacrachuco, cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente:

Posición geográfica

Latitud Sur	:	8° 31` 35”
Longitud Oeste	:	76° 11` 28”
Altitud	:	2 920 msnm.

Ubicación política

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Marañón
Distrito	:	Huacrachuco
Localidad	:	Huacrachuco

Según la clasificación de las regiones naturales del Perú realizado por Javier Pulgar Vidal, Huacrachuco está situado en la Región Quechua, con una temperatura promedio de 14,5 °C con precipitaciones estacionales y con una humedad relativa de 60 % en promedio.

Las temperaturas más bajas se registran en los meses de junio a agosto, por estas variaciones hacen que la localidad de Huacrachuco tenga un clima templado, hasta templado frío. Según el diagrama bioclimático de Holdridge el área se encuentra en la zona de vida bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT).

El suelo, es de origen transportado, aluvial con pendiente moderada, posee una capa arable hasta 0,4 m de profundidad, característica principal para el cultivo de cereales.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

Aplicada, porque generó nuevos conocimientos tecnológicos expresados en el uso de enraizadores de estaca destinados a la solución del problema de la propagación vegetativa del aliso toda vez que los agricultores de la localidad de Huacrachuco lo realizan empíricamente por falta de información.

Nivel de investigación

Experimental, porque se manipuló la variable independiente enraizadores, con diferentes concentraciones se midió el efecto en la variable dependiente propagación por estaca y se comparó los resultados con un testigo que constituye un diámetro de estaca promedio que utiliza el agricultor de la zona.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

Población

Estuvo constituida por la totalidad de estacas de aliso, que son 216 por experimento y 48 por áreas netas experimentales.

Muestra

Constituida por 48 estacas de las áreas netas experimentales y cada área neta experimental constituida de 4 estacas.

Tipo de muestreo

Probabilístico, en forma de Muestra Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las estacas de aliso en el momento del trasplante tuvo la misma probabilidad de formar parte de las plantas del área neta experimental.

Unidad de análisis

La unidad de análisis fueron las parcelas con las estacas de aliso.

3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Clave	Tratamientos
T ₁	Ácido 3-índol-acético (IAA)
T ₂	Ácido 3-indol-butírico (AIB)
T ₃	TE (Té de estiércol vacuno)
T ₀	Sin enraizado (Testigo: Diámetro local)

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. El diseño de la investigación

Experimental, en la forma de Diseño Completamente al Azar (DCA), con 4 tratamientos, 3 repeticiones; haciendo un total de 12 unidades experimentales.

El análisis se ajustó al siguiente modelo aditivo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i.

ε_{ij} = Error aleatorio, donde $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

El esquema del análisis estadístico será el Análisis de Variancia ANDEVA al 0,05 y 0,01 para determinar la significación en repeticiones y tratamientos, y para la comparación de los promedios, en tratamientos la Prueba de DUNCAN, al 0,05 y 0,01 de margen de error.

Esquema de Análisis de Variancia para el Diseño (DCA)

Fuentes de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (G.L.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrados Medios (C.M.)	Factor de Corrección
Tratamientos	$t-1=3$	$\sum_{i=1}^t n_i (\bar{Y}_i - \bar{Y}_{..})^2$	$\frac{S.C.TRAT.}{t-1}$	$\frac{C.M.TRAT}{C.M.ERROR}$
Error	$\sum_{i=1}^t n_i - t = 8$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$	$\frac{S.C.ERROR}{\sum_{i=1}^t n_i - t} = \sigma^2$	
Total	$\sum_{i=1}^t n_i - 1 = 11$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2$		

Características del campo experimental

Campo experimental

- a) Longitud del campo experimental : 3,60 m
 b) Ancho del campo experimental : 2,40 m
 c) Área total del campo experimental : 8,64 m²

Característica de los tratamientos

- a) Número de Tratamientos : 4
 b) Repeticiones por tratamiento : 3

Características de la unidad experimental

- a) Longitud de la unidad experimental : 1,20 m
 b) Ancho de la unidad experimental : 0,60 m
 c) Área total de unidad experimental : 0,72 m²
 d) Total de plantas por unidad experimental : 18

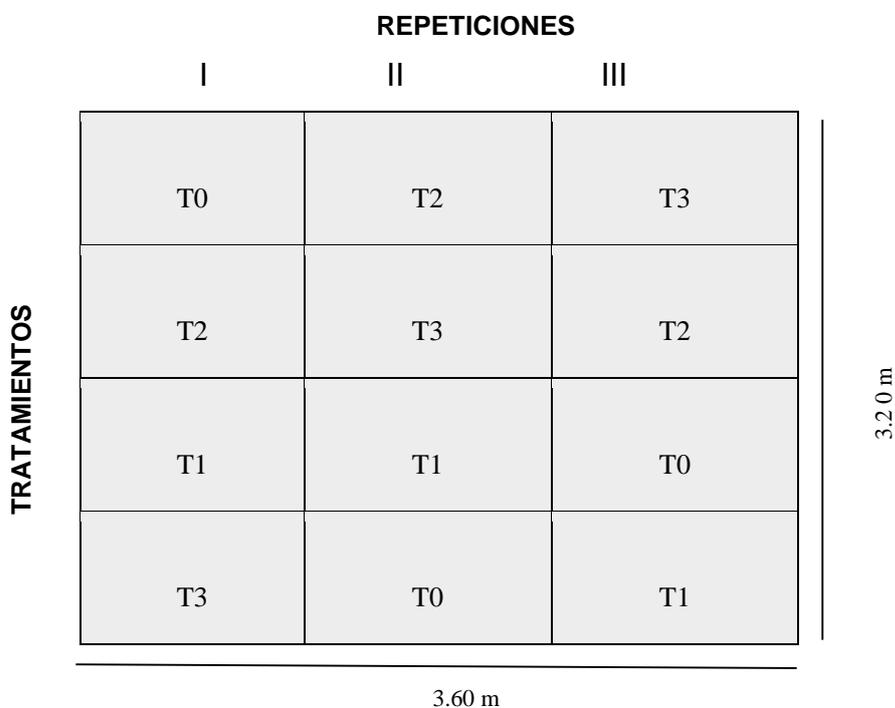


Fig. 01. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos.

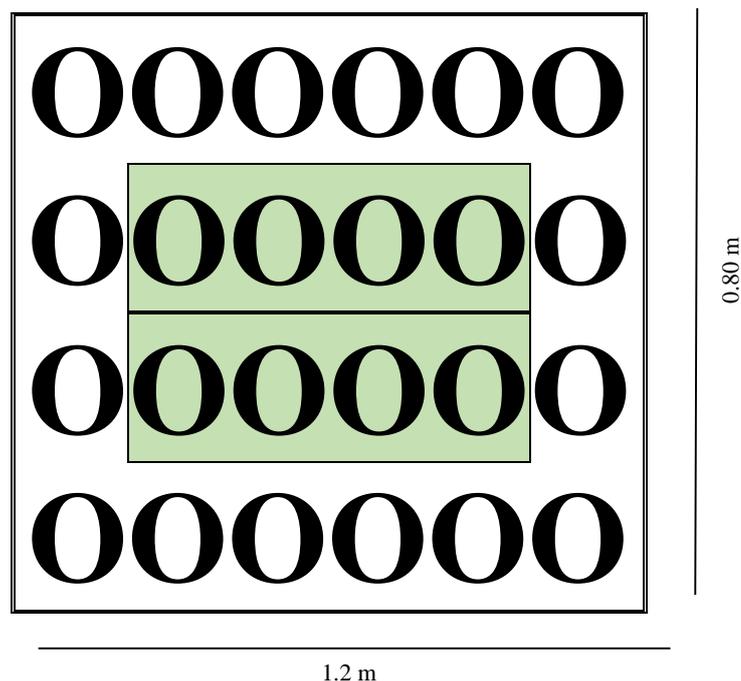


Fig.02. Croquis de una Unidad Experimental.

3.5.2. Datos registrados

Se realizó a partir de los 30 días del establecimiento de las estacas hasta culminar con la última evaluación a los 90 días, evaluando los siguientes parámetros:

a) Porcentaje de prendimiento

Se contabilizó y registro las estacas que tenían brotes por cada tratamiento y se expresaron en porcentaje; las lecturas se realizaron cada 30 días después de la siembra durante un periodo de 90 días.

$$\% \text{Prendimiento} = \frac{\text{Número de estacas con brotes}}{\text{Número de estacas plantadas}} \times 100$$

Luego se realizó la conversión de datos con la formula siguiente:

$$\text{Prendimiento} = \arcseno(\sqrt{x})$$

Donde x: porcentaje de prendimiento expresado en valor numérico

b) Número de brotes por estaca

Se contabilizó y se registró en la hoja de campo el número de brotes por cada estaca considerada en la muestra a los 30 días del establecimiento y las lecturas se realizó cada 30 días durante un periodo de 90 días.

c) Longitud de brote

Se evaluó cada 30 días desde la siembra, para determinar la diferenciación de la longitud del brote mayor en cada etapa. La evaluación consistió en medir los brotes en cada tratamiento para su posterior procesamiento.

d) Número de raíces

Se realizó un muestreo de cuatro estacas al azar por tratamiento en todas las repeticiones, en las cuales se contabilizó el número de raíces por plántula a los 90 días a partir del establecimiento del ensayo.

e) Longitud de raíces

Para la longitud de raíces se midió en las mismas estacas que fueron seleccionadas para el conteo del número de raíces. El dato se tomó a la raíz más larga de la plántula, el incremento de la longitud de raíces se tomó a los 90 días, para esto se utilizó una regla graduada en cm .

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información**3.5.3.1. Técnicas bibliográficas y de campo****Análisis de contenido**

Es el estudio y análisis de una manera objetiva y sistemática de los documentos leídos sobre el tema de investigación.

Fichaje

Nos permitió recolectar la información bibliográfica para elaborar el marco teórico que sustente la investigación.

Observación

Nos permitió obtener información sobre las observaciones realizadas directamente de la propagación por estaca del aliso.

3.5.3.2. Instrumentos de recolección de información

Fichas

Para registrar la información producto del análisis del documento en estudio. Estas serán:

- Registro o localización (fichas bibliográficas y hemerográficas).
- Documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción, resumen, comentario).

Libreta de campo

Se registró las observaciones realizadas sobre la variable dependiente como número, tamaño de brotes y raíces, así como las actividades agronómicas y culturales realizadas durante el trabajo de vivero.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales.

De campo:

Alambre

Carretilla

Clavos

Fundas plásticas

Plástico

Rótulos de identificación

Tijera podadora

Zaranda

Rastrillo

Martillo

Palas

Barra

De oficina:

Papelería

Material de escritorio

Materiales de transferencia

Material vegetativo

Estacas de aliso

Equipos

Bomba de mochila

Cámara fotográfica

Computadora

3.7. CONDUCCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

a) Preparación de sustrato

La composición del sustrato fue en una proporción de 2:1:1:2 Tierra de vivero, tierra de páramo, humus y arena de río respectivamente, componentes que serán mezclados hasta que presentaron un color y textura uniforme.

b) Desinfección del sustrato

El sustrato fue sometido a la desinfección para lo cual se utilizó 20 cc de vitavax en 20 l de agua, se los mezclara en una bomba de mochila, para después aplicar la mezcla en el sustrato, para que la desinfección sea

homogénea se revolvió el sustrato hasta conseguir que esté totalmente humedecido, para ello se cubrió con plástico y se dejó por 24 horas en reposo para optimizar y garantizar el efecto de este proceso.

c) Enfundado

Se utilizó fundas de polietileno de color negro de 20 cm de diámetro x 40 cm de alto. Las fundas fueron ubicadas en el vivero de acuerdo a la distribución espacial determinada en el croquis de campo.

d) Preparación de estacas

Luego de seleccionar los árboles para la extracción del material vegetativo, se tomaron varetas de las ramas que se encuentren en las partes bajas e intermedias, con la ayuda de tijeras de podar. Se consideraron que las ramas presenten preferentemente yemas preformadas.

e) Preparación de enraizadores

Se procedió a preparar los enraizadores tomando en cuenta las recomendaciones establecidas por las casas comerciales.

Acido 3-índol-acético (IAA) – Nombre comercial IAA 98%

Se preparó empleando 2g en 0,10 l de alcohol al 50 % de concentración, una vez disuelto totalmente el IAA 98 % en alcohol, se procedió a mezclar esta sustancia en cuatro litros de agua, de acuerdo a las recomendaciones de la casa comercial; esta preparación se la colocó en una tina, para posteriormente sumergir las estacas de aliso correspondientes a este enraizado, donde permanecieron por un lapso de 12 horas.

Ácido 3índol-butírico (IBA) - Nombre comercial IBA 98%

Se colocó dos gramos del enraizador en 0,10 litros de alcohol al 50 % de concentración, una vez disuelto totalmente se procedió a mezclar esta sustancia en cuatro litros de agua, considerando las

recomendaciones técnicas de la casa comercial. Seguidamente se colocó en una tina donde se sumergieron las estacas de aliso correspondientes a este enraizador dejándolas reposar por un periodo de 12 horas.

Té (Té de estiércol vacuno)

Para la elaboración del té de estiércol vacuno, se recolecto dos libras de excremento semi-seco, el cual se desmenuzó en ocho litros de agua y se dejó reposar por 48 horas en un balde muy bien tapado. Seguidamente se filtró para separar la materia gruesa de la fina, posteriormente se colocó en una tina donde se sumergieron las estacas de aliso en el enraizador orgánico dejándolas reposar por un lapso de 12 horas.

f) Implantación de estacas

Se colocó las estacas en posición vertical en las fundas con sustrato, seguidamente se codificó los tratamientos y observaciones, según el croquis de campo.

g) Deshierbos

Se realizó en forma manual, con el objetivo de favorecer el desarrollo normal de las plántulas y evitar la competencia con las malezas en cuanto a luz agua y nutrientes. Cabe mencionar que el deshierbo se realizó teniendo en cuenta el requerimiento del cultivo.

h) Riegos

Se realizó riegos por aspersion de acuerdo a las necesidades hídricas de la estaca en forma oportuna.

i) Control fitosanitario

Se realizó en forma preventiva, con evaluaciones oportunas cuando se notó la presencia de plagas y enfermedades.

IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por computadora, mediante los programas de Excel, Word de acuerdo al diseño de investigación propuesto. Los resultados se presentan en cuadros estadísticos y figuras interpretados estadísticamente con las técnicas del Análisis de Varianza (ANDEVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre tratamientos donde los tratamientos que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativos (**).

Para la comparación de los promedios se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación de 95 y 99 % de probabilidades de éxito.

4.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE ESTACAS

Los resultados se indican en los anexos 01 al 06 donde se presentan los promedios obtenidos a los 30, 60 y 90 días después de instalado las estacas y a continuación la comparación de promedios de porcentajes con datos transformados según la fórmula:

$$\text{Prendimiento} = \text{arco seno}(\sqrt{x})$$

Donde x : porcentaje de prendimiento expresado en valor numérico.

4.1.1. Porcentaje de prendimiento de estacas a los 30 días

Cuadro 01. Análisis de Varianza para prendimiento de estacas a los 30 días con datos transformadas (*arco seno* \sqrt{x})

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0,07	0,02	3,31 ^{ns}	4,76	9,78
Error Exp.	8	0,06	0,01			
Total	11	0,13				

$$CV. = 16,69 \%$$

$$Sx: = \pm 0,05$$

Los resultados indican que no existe significancia estadística para la fuente de variabilidad tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 16,69 % y la desviación estándar (Sx) $\pm 0,05$

Cuadro 02. Prueba de significación de Duncan para prendimiento de estacas a los 30 días con datos transformadas (*arco seno* \sqrt{x})

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO %	PROMEDIO Transformado	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
				0,05	0,01
1	T ₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB)	33,33	0,61	a	a
2	T ₁ (Ácido 3-índol-acético IAA)	29,17	0,57	a	a
3	T ₃ (Té de estiércol vacuno)	20,83	0,47	a	a
4	T ₀ (Testigo: Sin enraizado)	16,67	0,42	a	a

$$X: 25,00$$

$$X: 0,52$$

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 y 0,01 de margen de error los tratamientos estadísticamente son iguales, los mayores promedios se obtuvieron con los tratamientos T₂ y T₁ con 0,61 y 0,57 respectivamente y el tratamiento T₀ ocupó el último lugar con 0,42.

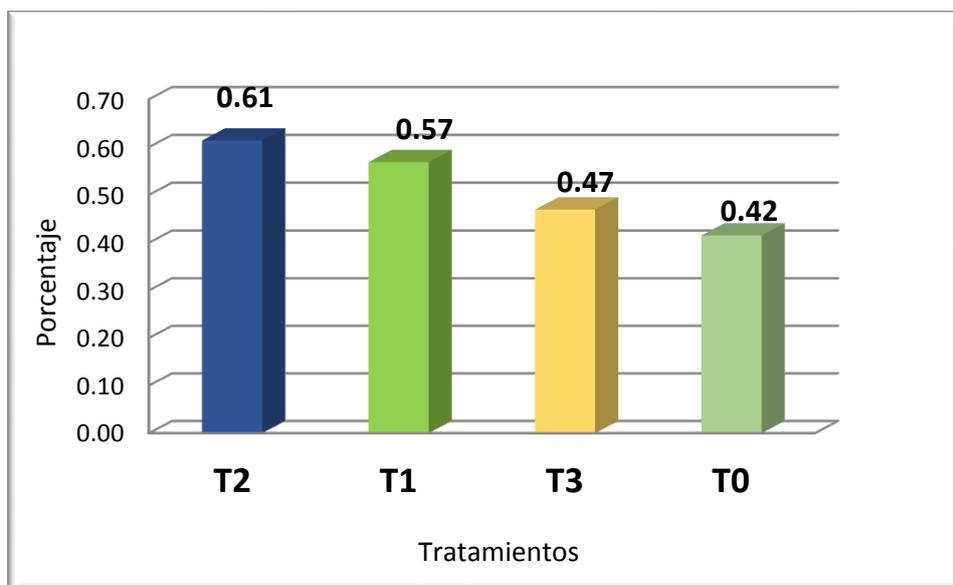


Fig 03. Prendimiento de estaca a los 30 días.

4.1.2. Porcentaje de prendimiento de estacas a los 60 días

Cuadro 03. Análisis de Varianza para prendimiento de estacas a los 60 días con datos transformadas (*arco seno* \sqrt{X}).

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0,55	0,18	15,71 **	4,76	9,78
Error Exp.	8	0,09	0,01			
Total	11	0,65				

$$CV. = 11,57 \%$$

$$Sx: = \pm 0,06$$

Los resultados indican que existe alta significancia estadística para la fuente de variabilidad tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 11,57 % y la desviación estándar (Sx) $\pm 0,06$

Cuadro 04. Prueba de significación de Duncan para prendimiento de estacas a los 60 días con datos transformadas (*arco seno* \sqrt{X}).

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO %	PROMEDIO Transformado	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
				0,05	0,01
1	T ₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB)	83,50	1,16	a	a
2	T ₁ (Ácido 3-índol-acético IAA)	79,17	1,10	ab	ab
3	T ₃ (Té de estiércol vacuno)	58,33	0,87	bc	ab
4	T ₀ (Testigo: Sin enraizado)	33,33	0,61	d	b

$$X: 63,58$$

$$X: 0,94$$

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza, donde al nivel de 0,05 de margen de error los tratamientos T₂ y T₁ estadísticamente son iguales, donde el primero difiere de los tratamientos T₃ y T₀. Al nivel del 0,01 de probabilidades de error los tratamientos T₂, T₁ y T₃ estadísticamente son iguales, pero el primero difiere

del tratamiento T₀. El mayor promedio se obtuvo con los tratamientos T₂ y T₁ con 1,16 y 1,10 respectivamente y el tratamiento T₀ ocupó el último lugar con 0,61.

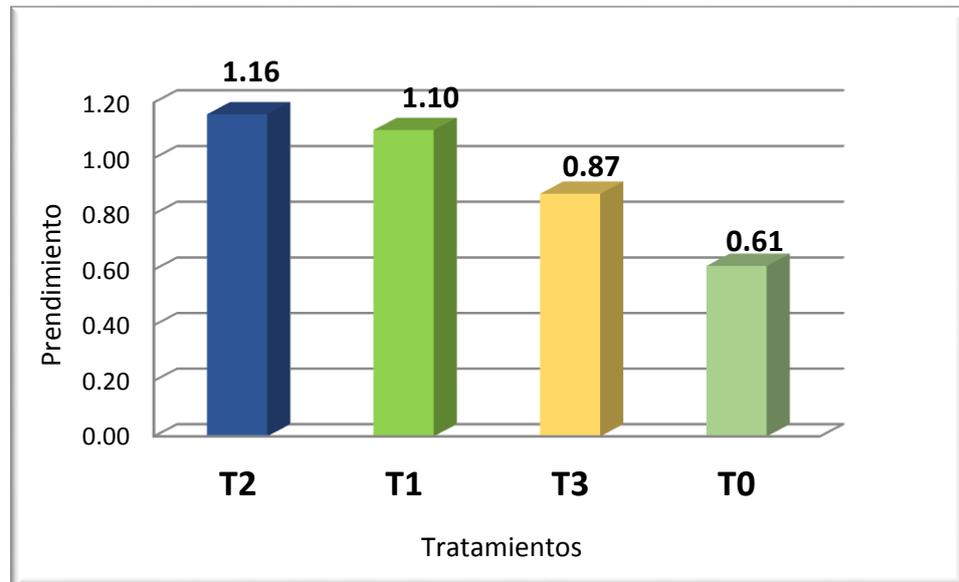


Fig 04. Prendimiento de estaca a los 60 días.

4.1.3. Porcentaje de prendimiento de estacas a los 90 días

Cuadro 05. Análisis de Varianza para prendimiento de estacas a los 90 días con datos transformadas (*arcoseno* \sqrt{X}).

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0.47	0.16	10,38 **	4,76	9,78
Error Exp.	8	0.12	0.02			
Total	11	0.59				

CV. = 12,05 %

Sx: = $\pm 0,07$

Los resultados indican que existe alta significancia estadística para la fuente de variabilidad tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 12,05 % y la desviación estándar (Sx) $\pm 0,07$

Cuadro 06. Prueba de significación de Duncan de prendimiento de estacas a los 90 días con datos transformadas (*arco seno* \sqrt{X}).

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO %	PROMEDIO Transformado	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
				0,05	0,01
1	T ₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB)	87,75	1,21	a	a
2	T ₁ (Ácido 3-índol-acético IAA)	83,33	1,16	ab	ab
3	T ₃ (Té de estiércol vacuno)	70,92	1,02	ab	ab
4	T ₀ (Testigo: Sin enraizado)	41,67	0,70	c	b

X: 70,92

X: 1,02

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 0,05 de margen de error los tratamientos T₂, T₁ y T₃ estadísticamente son iguales, pero difieren del tratamiento T₀. Al nivel del 0,01 de probabilidades de error los tratamientos T₂, T₁ y T₃ estadísticamente son iguales, pero el primero difiere del tratamiento T₀. El mayor promedio se obtuvo con los tratamientos T₂ y T₁ con 1,21 y 1,16 respectivamente y el tratamiento T₀ ocupó el último lugar con 0,70.

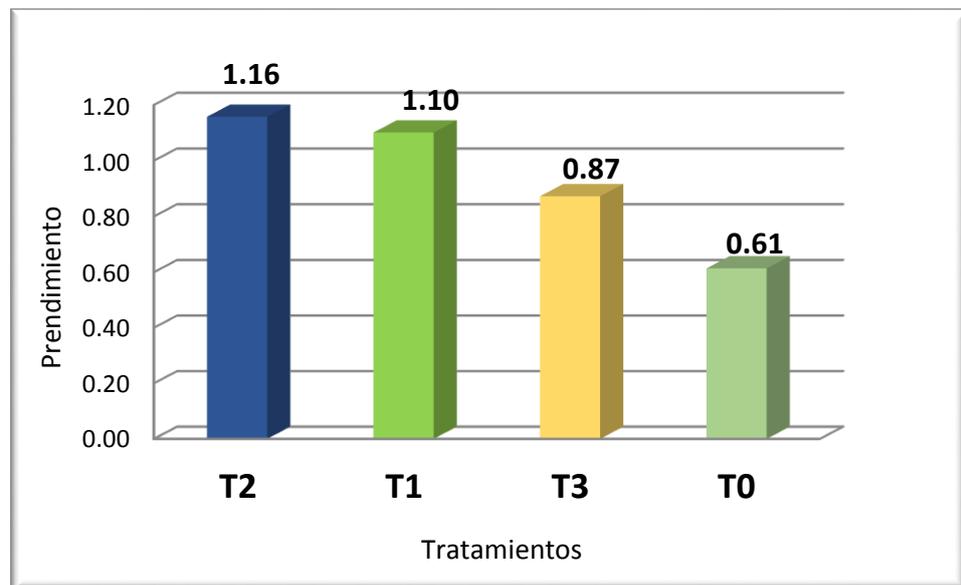


Fig 05. Prendimiento de estaca a los 90 días.

4.2. NÚMERO DE BROTES POR ESTACA

Los resultados se indican en los anexos del 06 al 09 donde se presentan los promedios obtenidos a los 30, 60 y 90 días después de instalado las estacas y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

4.2.1. Número de brotes por estaca a los 30 días

Cuadro 07. Análisis de Varianza para número de brotes por estaca a los 30 días

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0,91	0,30	8,70*	4,76	9,78
Error Exp.	8	0,28	0,03			
Total	11	1,19				

CV. = 9,81 %

Sx: = ± 0,11

Los resultados indican que existe significancia estadística para la fuente de variabilidad tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 9,81 % y la desviación estándar (Sx) ± 0,11

Cuadro 08. Prueba de significación de Duncan para número de brotes por estaca a los 30 días

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO N°	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB)	2,27	a	a
2	T ₁ (Ácido 3-índol-acético IAA)	2,03	ab	a
3	T ₃ (Té de estiércol vacuno)	1,82	bc	a
4	T ₀ (Testigo: Sin enraizado)	1,52	c	a

X: 1,91 brotes.

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 de margen de error los

tratamientos T_2 y T_1 estadísticamente son iguales, donde el primero difiere de los tratamientos T_3 y T_0 . Al nivel del 0,01 de probabilidades de error todos los tratamientos son iguales. El mayor número de brotes por estaca se obtuvieron con los tratamientos T_2 y T_1 con 2,27 y 2,03 brotes respectivamente y el tratamiento T_1 ocupó el último lugar con 1,52 brotes.

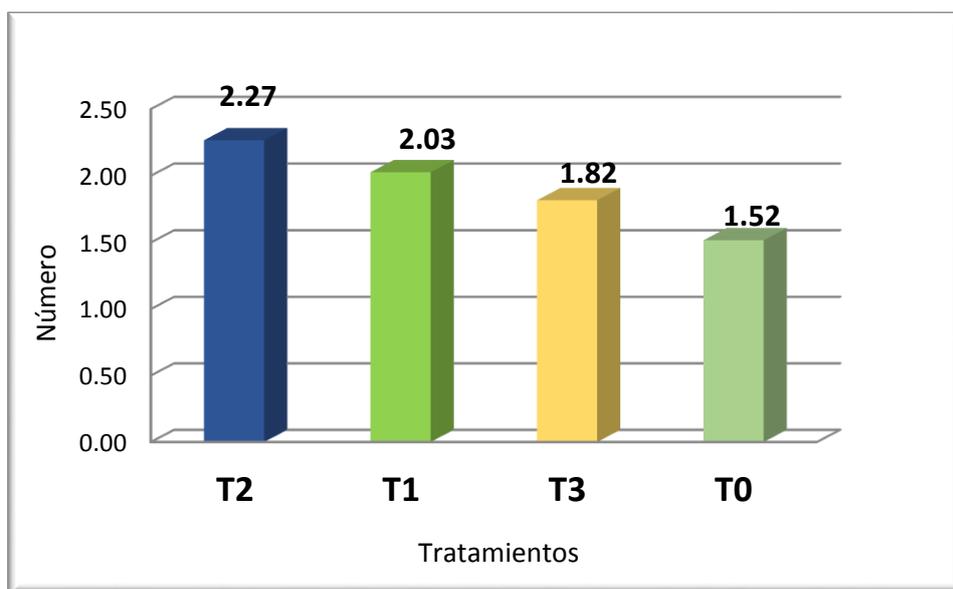


Fig 06. Número de brotes por estaca a los 30 días.

4.2.2. Número de brotes por estaca a los 60 días

Cuadro 09. Análisis de Varianza para número de brotes por estaca a los 60 días.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	2,44	0,81	8,21*	4,76	9,78
Error Exp.	8	0,79	0,10			
Total	11	3,23				

$$CV. = 12,38 \%$$

$$Sx: = \pm 0,18$$

Los resultados indican que existe significancia estadística para la fuente variabilidad tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 12,38 % y la desviación estándar (Sx) $\pm 0,18$

Cuadro 10. Prueba de significación de Duncan para número de brotes por estaca a los 60 días.

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO N°	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB)	3,25	a	a
2	T ₁ (Ácido 3-índol-acético IAA)	2,50	bc	a
3	T ₃ (Té de estiércol vacuno)	2,42	cd	a
4	T ₀ (Testigo: Sin enraizado)	2,00	d	a

X: 2,54 brotes.

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 de margen de error los tratamientos T₂ estadísticamente es superior a los tratamientos del orden de mérito 2 al 4. Al nivel del 0,01 de probabilidades de error no existe significación estadística entre los tratamientos.

El mayor número de brotes por estaca se obtuvieron con los tratamientos T₂ y T₁ con 3,25 y 2,50 brotes respectivamente y el tratamiento T₀ ocupó el último lugar con 2,00 brotes.

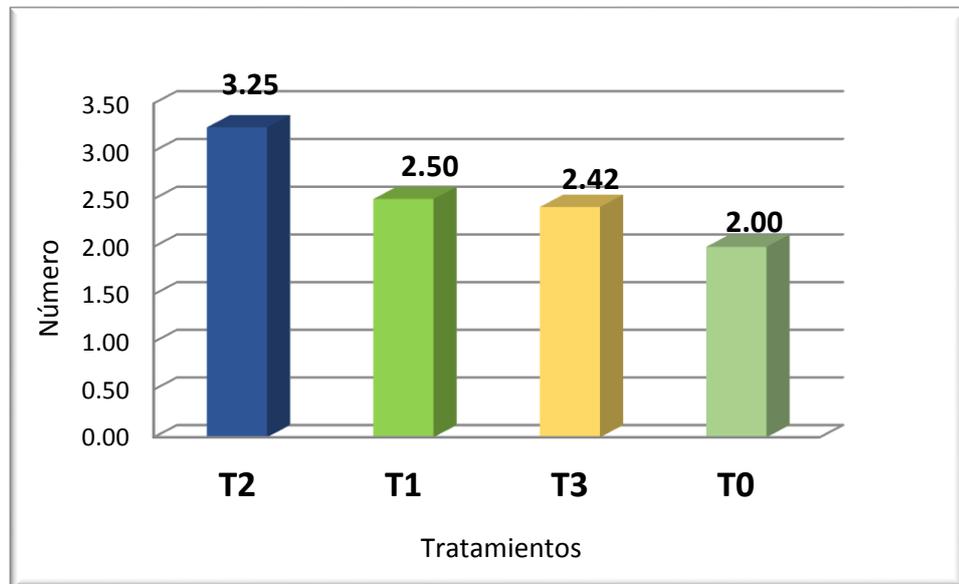


Fig 07. Número de brotes por estaca a los 60 días.

4.2.3. Número de brotes por estaca a los 90 días.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para número de brotes por estaca a los 90 días.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	4,33	1,44	10,67**	4,76	9,78
Error Exp.	8	1,08	0,14			
Total	11	5,42				

CV. = 12,62 %

Sx: = ± 0,21

Los resultados indican que existe alta significancia estadística para la fuente variabilidad tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 12,62% y la desviación estándar (Sx) ± 0,21

Cuadro 12. Prueba de significación de Duncan para número de brotes por estaca a los 90 días.

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO N°	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB)	3,75	a	a
2	T ₁ (Ácido 3-índol-acético IAA)	3,08	ab	ab
3	T ₃ (Té de estiércol vacuno)	2,75	bc	ab
4	T ₀ (Testigo: Sin enraizador)	2,08	c	b

X: 2,92 brotes.

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 de margen de error los tratamientos T₂ y T₁ estadísticamente son iguales, donde el primero difiere de los tratamientos T₃ y T₀. Al nivel del 0,01 de margen de error los tratamientos T₂, T₁ y T₃ estadísticamente son iguales, donde el primero

difiere del tratamiento T₀. El mayor número de brotes por estaca se obtuvieron con el tratamiento T₂ con 3,75 brotes en promedio y el tratamiento T₀ ocupó el último lugar con 2,08 brotes por estaca en promedio.

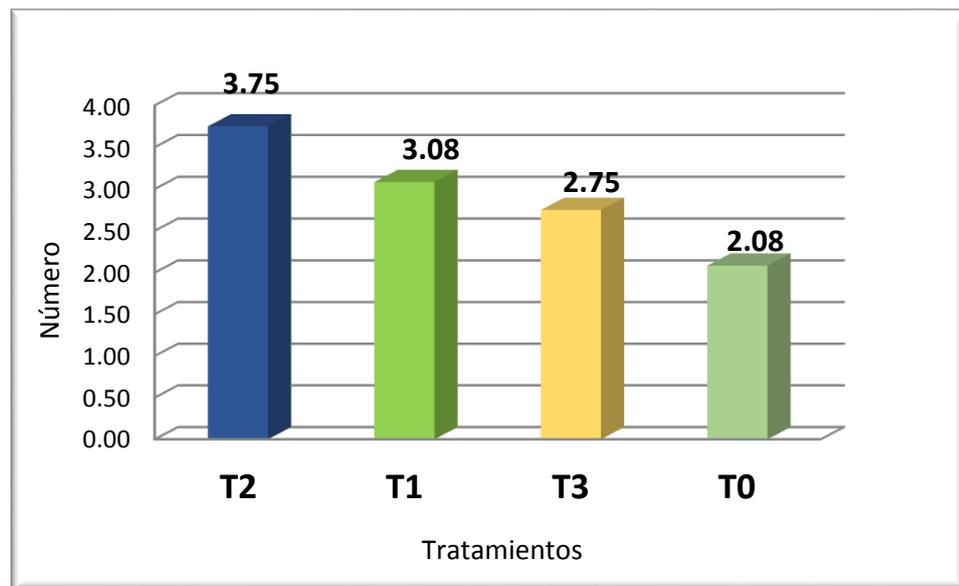


Fig 08. Número de brotes por estaca a los 90 días.

4.3. LONGITUD DE BROTES

Los resultados se indican en los anexos del 07 al 09 donde se presentan los promedios obtenidos a los 30, 60 y 90 días después de instalado las estacas y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

4.3.1. Longitud de brotes a los 30 días

Cuadro 13. Análisis de Varianza para longitud de brotes a los 30 días.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	0,71	0,24	9,39*	4,76	9,78
Error Exp.	8	0,20	0,03			
Total	11	0,92				

CV. = 13,47 %

Sx: = ± 0,09

Los resultados indican que existe significancia estadística para la fuente variabilidad tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 13,47 % y la desviación estándar (Sx) ± 0,09

Cuadro 14. Prueba de significación de Duncan para longitud de brotes a los 30 días

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO cm	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T2 (Ácido 3-indol-butírico AIB)	1,48	a	a
2	T1 (Ácido 3-índol-acético IAA)	1,36	ab	a
3	T3 (Té de estiércol vacuno)	1,01	bc	a
4	T0 (Testigo: Sin enraizado)	0,88	c	a

X: 1,12 cm

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 de margen de error los tratamientos T_2 y T_1 estadísticamente son iguales, el tratamiento T_2 difiriendo de los tratamiento T_3 y T_0 . Al nivel del 0,01 de probabilidades de error no existe significancia estadística.

Las mayores longitudes de brotes se obtuvieron con los tratamientos T_2 y T_1 con 1,48 y 1,36 cm respectivamente y el tratamiento T_0 ocupó el último lugar con 0,88 cm

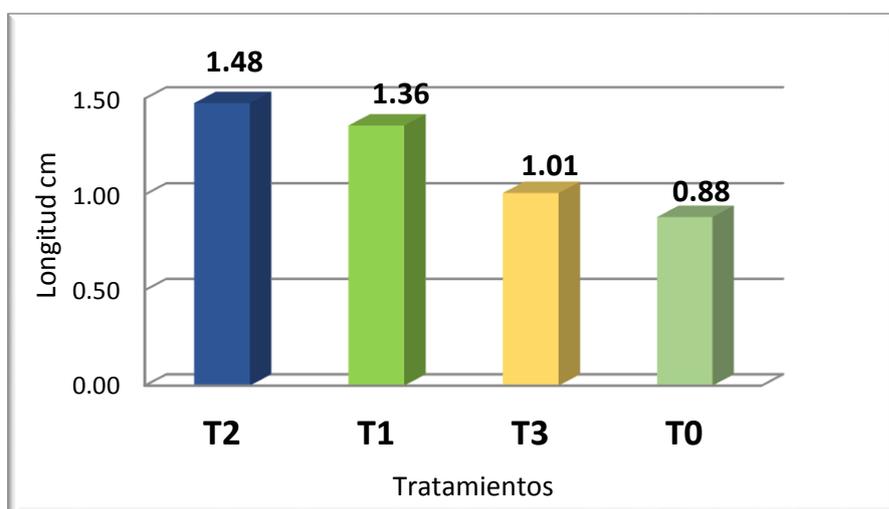


Fig 09. Longitud de brotes a los 30 días.

4.3.2. Longitud de brotes a los 60 días

Cuadro 15. Análisis de Varianza para longitud de brotes a los 60 días.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	3,87	1,29	5,55**	4,76	9,78
Error Exp.	8	0,27	0,03			
Total	11	4,14				

CV. = 6,33 % Sx: = ± 0,11

Los resultados indican que existe alta significancia estadística para la fuente variabilidad tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 17,61 % y la desviación estándar (Sx) ± 0,25

Cuadro 16. Prueba de significación de Duncan para longitud de brotes a los 60 días.

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO cm	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB)	3,60	a	a
2	T ₁ (Ácido 3-índol-acético IAA)	3,10	bc	ab
3	T ₃ (Té de estiércol vacuno)	2,80	cd	bc
4	T ₀ (Testigo: Sin enraizador)	2,03	e	d

X: 2,88 cm

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 de margen de error el tratamiento T₂ estadísticamente es superior a los tratamientos del orden de mérito del 2 al 4. Al nivel del 0,01 de margen de error los tratamientos T₂ y T₁ estadísticamente son iguales, donde el primero difiere de los tratamientos T₃ y T₀.

La mayor longitud de brotes por estaca se obtuvieron con el tratamiento T₂ con 3,60 cm en promedio y el tratamiento T₀ ocupó el último lugar con 2,03 cm de longitud de brotes.

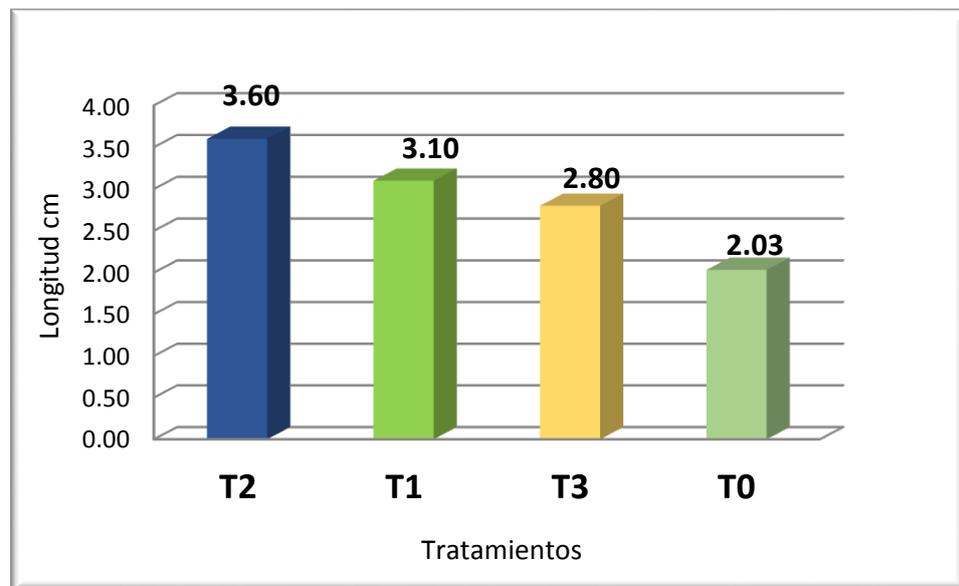


Fig 10. Longitud de brotes a los 60 días.

4.3.3. Longitud de brotes a los 90 días

Cuadro 17. Análisis de Varianza para longitud de brotes a los 90 días.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	15,19	5,06	34,36**	4,76	9,78
Error Exp.	8	1,18	0,15			
Total	11	16,36				

$$CV. = 6,59 \%$$

$$Sx: = \pm 0,22$$

Los resultados indican que existe alta significancia estadística para la fuente variabilidad tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 6,59 % y la desviación estándar (Sx) $\pm 0,22$

Cuadro 18. Prueba de significación de Duncan para longitud de brotes a los 90 días.

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO cm	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB)	7,49	a	a
2	T ₁ (Ácido 3-índol-acético IAA)	6,19	b	bc
3	T ₃ (Té de estiércol vacuno)	5,00	c	cd
4	T ₀ (Testigo: Sin enraizado)	4,61	c	d

$$X: 5,82 \text{ cm}$$

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 y 0,01 de margen de error el tratamiento T₂ estadísticamente es superior a los tratamientos del orden de mérito del 2 al 4. La mayor longitud de brote se obtuvo con el tratamiento T₂

con 7,49 cm superando al tratamiento testigo T₀ quien obtuvo el último lugar con 4,61 cm de longitud de brote en promedio.

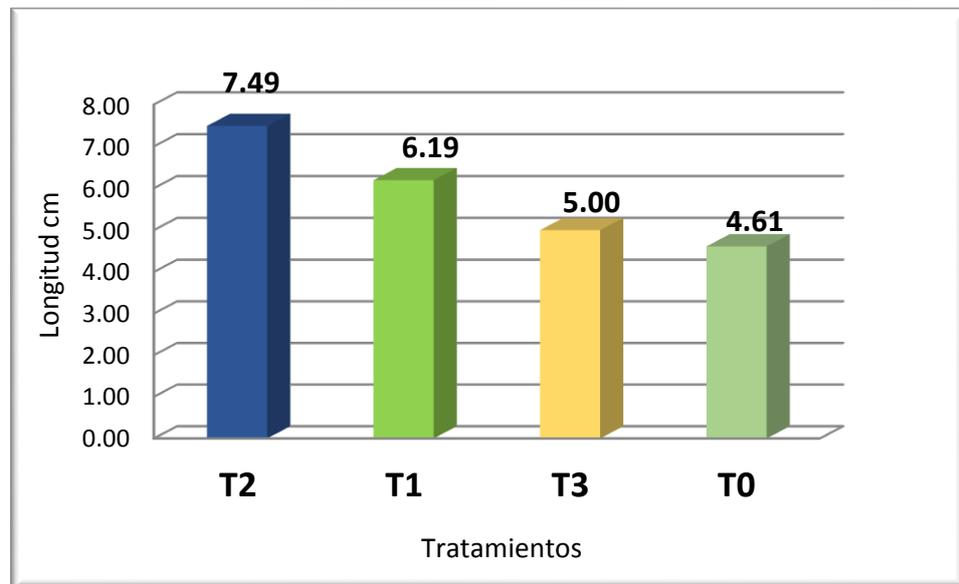


Fig 11. Longitud de brotes a los 90 días.

4.4. LONGITUD DE RAICES

Los resultados se indican en el anexo 10 donde se presentan los promedios obtenidos a los 90 días después de instalado el cultivo y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 19. Análisis de Varianza para longitud de raíces.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	119,99	40,00	42,80**	4,76	9,78
Error Exp.	8	7,48	0,93			
Total	11	127,46				

CV. = 8,17 % Sx: = ± 0,56

Los resultados indican que existe alta significancia estadística para la fuente variabilidad tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 8,17 % y la desviación estándar (Sx) ± 0,56.

Cuadro 20. Prueba de significación de Duncan para longitud de raíces.

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO cm	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB)	15,42	a	a
2	T ₁ (Ácido 3-índol-acético IAA)	14,17	a	a
3	T ₃ (Té de estiércol vacuno)	10,30	b	b
4	T ₀ (Testigo: Sin enraizado)	7,43	c	b

X: 11,83 cm

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 y 0,01 de margen de error los tratamientos T₂ y T₁ estadísticamente son iguales y superiores a los tratamientos T₃ y T₀.

Las mayores longitudes de raíces se obtuvieron con los tratamientos T₂ y T₁ con 15,42 y 14,17 cm respectivamente y el tratamiento T₀ ocupó el último lugar con 7,43 cm en promedio.

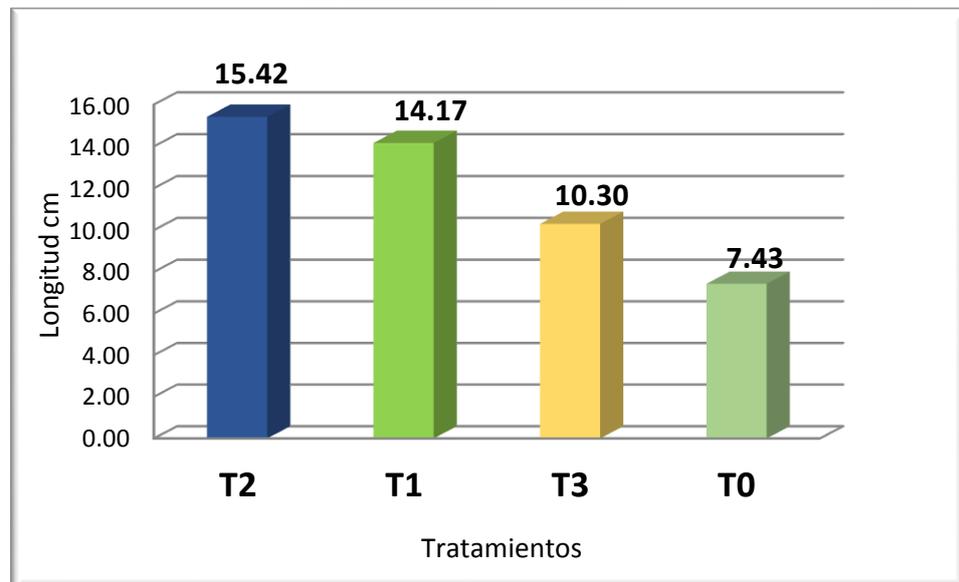


Fig 12. Longitud de raíces.

4.5. NÚMERO DE RAICES POR ESTACA

Los resultados se indican en el anexo 11 donde se presentan los promedios obtenidos a los 90 días después de instalado las estacas y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 21. Análisis de Varianza para número de raíces por estaca

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.	
					0,05	0,01
Tratamientos	3	132,68	44,23	29,59**	4,76	9,78
Error Exp.	8	11,96	1,49			
Total	11	144,64				

CV. = 8,62 %

Sx: = ± 0,71

Los resultados indican que existe alta significancia estadística para la fuente variabilidad tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 8,62 % y la desviación estándar (Sx) ± 0,71.

Cuadro 22. Prueba de significación de Duncan para número de raíces por estaca.

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO N°	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0,05	0,01
1	T ₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB)	18,58	a	a
2	T ₁ (Ácido 3-índol-acético IAA)	16,00	b	a
3	T ₃ (Té de estiércol vacuno)	12,17	c	b
4	T ₀ (Testigo: Sin enraizado)	10,00	c	b

X: 14,19 raíces.

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel de 0,05 de margen de error el tratamiento T₂ estadísticamente es superior a los tratamientos del orden de

mérito del 2 al 4 y al nivel de 0,01 de margen de error el tratamiento T_2 y T_1 estadísticamente son superiores a los tratamientos T_3 y T_0 . El mayor número de raíces por estaca se obtuvo con el tratamiento T_2 con 18,58 superando al tratamiento testigo T_0 quien obtuvo 10,00 ocupando el último lugar.

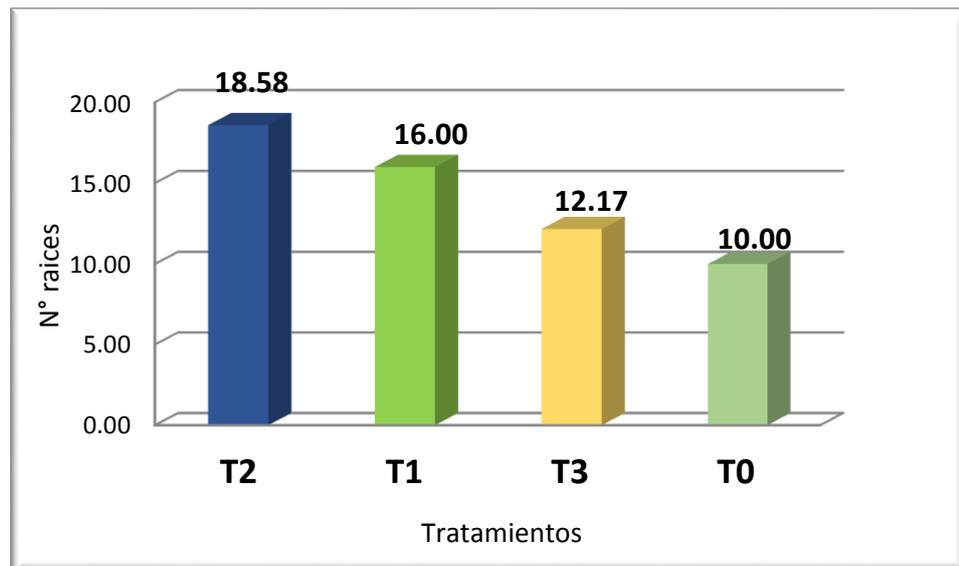


Fig 13. Número de raíces por estaca

V. DISCUSIÓN

5.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE ESTACAS

Los resultados indican que el tratamiento T₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB) evaluados a los 30; 60 y 90 días después del estacado obtuvo resultados de 33,33 %; 83,53 % y 87,75 %; de prendimiento que son los promedios más altos en las evaluaciones realizadas de todo los tratamientos mientras que el tratamiento testigo T₀ (Sin enraizador) obtuvo los porcentajes de 16,67 %; 33,33 % y 41,67 siendo los promedios más bajos.

El mayor porcentaje de prendimiento de estacas se obtuvo a los 90 días después del estacado y con las estacas del tratamiento T₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB) mediante la utilización de enraizador.

Al respecto Easley y Lambeth, citado por Chicaiza, (2004) manifiesta que consiste en utilizar partes vegetativas para la producción, de acuerdo a las procedencias, en el Ecuador, se prefiere el aliso blanco, es decir, aquel que tiene las raíces preformada

Así mismo Añazco (1996) comenta que el momento de plantarlas se las debe ubicar con la parte más gruesa (más vieja) hacia abajo, en contacto con el suelo, y con una ligera inclinación, procurando enterrar unos 4 cm aunque se puede propagar en funda, se recomienda hacerlo en platabanda. Con estas técnicas se obtendrán plántulas entre 0,80 m y 1,20 m en 6 ó 10 meses, dependiendo de la altitud y el sustrato principalmente, por lo que se recomienda recolectar estacas entre febrero y junio.

5.2. NÚMERO DE BROTES POR ESTACA

Los resultados indican que existe diferencia estadística, el tratamiento T₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB) evaluados a los 30; 60 y 90 días después del estacado obtuvo resultados de 2,27; 3,25 y 3,75 brotes que son los promedios más altos en las evaluaciones realizadas de todo los tratamientos mientras que el tratamiento testigo T₀ (Sin enraizador) obtuvo 1,52; 2,00 y 2,08 brotes siendo los promedios más bajos.

Al respecto CONIF (2002) manifiesta que la presencia de yemas en el desarrollo era un requerimiento para el enraizamiento y que la intensidad de la producción en la raíz estaba directamente correlacionada con la proporción del desarrollo de la yema. Estacas con yemas inactivas fracasaron en el enraizamiento, aún bajo las mejores condiciones, pero cuando las yemas renovaban su actividad, el enraizamiento ocurría.

5.3. LONGITUD DE BROTES

Los resultados indican que existe diferencia estadística, el tratamiento T₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB) evaluados a los 30; 60 y 90 días después de la siembra obtuvo resultados de 1,48; 3,60 y 7,49 cm que son los promedios más altos en las evaluaciones realizadas de todo los tratamientos difiriendo estadísticamente al tratamiento testigo T₀ quien obtuvo 0,88; 2,03 y 4,61 cm de longitud de brote.

Corente (1997) manifiesta que el la propagación vegetativa es un proceso que permite desarrollar nuevas plántulas a partir de una porción de ellas, diferente a la semilla, puede ser natural o artificial, y es posible porque en muchas de estas los órganos vegetativos tienen la capacidad de regeneración.

5.4. LONGITUD DE RAICES

Los resultados indican rangos entre los tratamientos de 15,42 cm (T₂) a 7,43 cm (T₀) existiendo diferencia estadística entre tratamientos. Al respecto Barahona (2012) menciona que el enraizamiento se debe realizar en una instalación que los proteja del sol y del viento, o sea, en invernadero, cajones o túneles de plástico. La humedad ambiente debe ser bastante elevada. Para favorecer el mantenimiento de esta humedad relativa puede blanquearse la cubierta, con cal y un poco de sal de cocina para que se adhiera más si es de cristal, y si es de plástico con pintura plástica blanca.

Vivanco (2008) ha mencionado que a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladoras de crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas regulan los procesos fisiológicos de las plántulas. Las hay de origen natural como el ácido indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). Todos estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican la base de las estacas, esquejes.

5.5. NÚMERO DE RAICES POR ESTACA

Los resultados indican rangos entre los tratamientos de 18,58 (T₂) a 10,00 (T₀) existiendo diferencia estadística entre tratamientos.

CONIF (2002) manifiesta al respecto que se prefiere estacas básales que apicales, el tamaño no es de importancia si tiene raíces preformadas, basta con 10 a 15 cm de longitud. El diámetro de la estaca debe ser aproximadamente entre 0,5 cm y 2 cm, lo importante es asegurar que esté lignificada y existan raíces preformadas.

CONCLUSIONES

1. Los resultados indican que existen diferencias significativas en porcentaje de prendimiento de estacas donde el tratamiento T₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB) obtuvo el promedio más alto 87,75 % a los 90 días después de la siembra.
2. Existen diferencias significativas en el número de brotes por estacas donde el mayor número lo obtuvo el tratamiento T₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB) a los 90 días después del estacado con 3,75 brotes y con el enraizador Ácido 3-indol-butírico (AIB).
3. Existen diferencias significativas en longitud de brotes donde la mayor longitud lo obtuvo el tratamiento T₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB) a los 90 días después del estacado con 7,49 cm con la utilización del enraizador Ácido 3-indol-butírico (AIB).

El mayor número y longitud de raíces por estaca lo obtuvo el tratamiento T₂ (Ácido 3-indol-butírico AIB) con 18,58 raíces y 15,42 cm de longitud existen diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos.

RECOMENDACIONES

1. Para un buen prendimiento y brote de estacas en aliso se tome en cuenta el enraizador Ácido 3-indol-butírico (AIB) que se dio a conocer en esta investigación con buenos resultados para la especie.
2. Para futuras investigaciones o producción del aliso por estaca se debe tomar en cuenta la recolección de estas que sean de la parte basal del árbol y observar que tengan una buena presencia de pequeños nudos.
3. Realizar estudios similares sobre el efecto de diferentes enraizadores en la propagación por estaca del aliso, para determinar con mayor precisión los enraizadores más adecuado en la propagación vegetativa.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, M. et al. 1998. Suelo y Medio Ambiente en Invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. España –Sevilla.
- Añazco M. 1996. Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador. Aliso. Editorial graficas Iberia. Quito- Ecuador. El aliso 7-22.
- Añazco M. 1998. Producción de plantas Quito Ecuador. Sistema de capacitación de recursos renovables, red agroforestal ecuatoriana febrero 1998 modulo N°3 111p
- Barahona. 2012. Propagación vegetativa de claveles (*Dianthus caryophyllus*) mediante el uso de hormonas en el Cantón Latacunga. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal De Quevedo.
- Carrillo F. 1998. Propiedades Físicas y Mecánicas en Especies Nativas, Aliso, Arrayán, Capulí, Molle, Quishuar. ESPOCH. Riobamba-Ecuador.
- Carpelleti C. 1980. Tratado de Botánica. Editorial mandí. S.A. Edición cuarta. Barcelona España.
- Casanova F. 1996. Enciclopedia del Ambiente. Editorial Bruguera S.A. Tomo 4-10. Barcelona-España.
- Chamacas S. y Tipaz G. 1995. Árboles de los Bosques Interandinos del Norte de Ecuador. Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana. Monografía N°4. Quito-Ecuador.
- Chicaiza, D. 2004. Propagación Vegetativa de *Tectona grandis* L. (teca) través de estacas enraizadas. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.
- Corente J. 1997. Manejo de los Sistemas Agroforestales. Edición Omega. Barcelona-España.
- CONIF. 2002. Aplicación de métodos de estacas e injertos para la Propagación Vegetativa de *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken y *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. Serie de Documentación N47. 61

- Chengdu Newsun Crop Science 2013. Plant hormone Indole 3 Acetic Acid: http://www.alibaba.com/productgs/515908897/Plant_hormone_Indole_3_Acetic_Acid.htm Recuperado 7 de Diciembre del 2013.
- Delgado, F. 1989. Informe Técnico N.- 12. Programa de Investigación en Cultivos Forestales. INIA. Lima-Perú.
- Faxsa. 2011 RAIZONE*- PLUS. <http://www.faxsa.com.mx/Raizone/RaizonMT/Intro.html>. Recuperado 14 de Diciembre del 2015.
- Hidrovo L. 1992. Árboles y Arbustos Nativos para el Desarrollo Forestal Alto andino. Editorial Luz de América. Edición Primera. Quito-Ecuador.
- Hernández. 2006. Propagación vegetativa de *Podocarpus reichei Buchh.* por medio de estacas, bajo condiciones de invernadero en Chapingo, Méx. Tesis de grado. Universidad Autónoma Chapingo
- Llurba, M. 1997. Parámetros a tener en cuenta en los Sustratos. Revista.
- Maroto, J. 1990. Elementos de Horticultura General. Editorial Mundi-Prensa. Madrid- España. Hortícola.
- Mesen F, Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales .CATIE PROSEFOR serie técnica Manual n° 30 Turrialba Costa Rica 1998 35, p18.
- Moottet y Hamm. 1970. Árboles y Arbustos Ornamentales. Edición Mundi. España.
- Sztern, D. y Pravia, M. (1999). Manual para la elaboración de compost. bases conceptuales y procedimientos, <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>. Recuperado 30 de diciembre del 2015.
- Urrestarazu, M. 1997. Manuel de Cultivos sin Suelo. Editorial Servicios de Publicaciones. Almería. Universidad de Almería. España.
- Vivanco, J. 2008. Evaluación de la eficacia del Bioplus, Hormonagro y Enraizador Universal en la propagación asexual de *Hypericum (Hypericum Sp)*. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

ANEXOS

1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

ANEXO Nº 01 EVALUACIÓN A LOS 30 DIAS DESPUES DEL ESTACADO (PORCENTAJE)

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E.TRAT (E X i)	PROM.TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	25.00	37.50	25.00	87.50	29.17
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	37.50	25.00	37.50	100.00	33.33
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	25.00	12.50	25.00	62.50	20.83
T0	Sin enraizador	12.50	25.00	12.50	50.00	16.67
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		100.00	100.00	100.00	300.00	
PROMEDIO BLOQUES		25.00	25.00	25.00		25.00

ANEXO Nº 02 EVALUACIÓN A LOS 30 DIAS DESPUES DEL ESTACADO DATOS TRANSFORMADAS (*arco seno* \sqrt{x})

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E.TRAT (E X i)	PROM.TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	0.52	0.66	0.52	1.71	0.57
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	0.66	0.52	0.66	1.84	0.61
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	0.52	0.36	0.52	1.41	0.47
T0	Sin enraizador	0.36	0.52	0.36	1.25	0.42
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		2.07	2.07	2.07	6.20	
PROMEDIO BLOQUES		0.52	0.52	0.52		0.52

ANEXO Nº 03 EVALUACIÓN A LOS 60 DIAS DESPUES DEL ESTACADO (PORCENTAJE)

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E.TRAT (E X i)	PROM.TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	75.00	87.50	75.00	237.50	79.17
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	87.75	75.00	87.75	250.50	83.50
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	50.00	50.00	75.00	175.00	58.33
T0	Sin enraizador	25.00	37.50	37.50	100.00	33.33
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		237.75	250.00	275.25	763.00	
PROMEDIO BLOQUES		59.44	62.50	68.81		63.58

ANEXO Nº 04 EVALUACIÓN A LOS 60 DIAS DESPUES DEL ESTACADO DATOS TRANSFORMADAS (arco seno \sqrt{X})

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E. TRAT (E X i)	PROM. TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	1.05	1.21	1.05	3.30	1.10
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	1.21	1.05	1.21	3.47	1.16
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	0.79	0.79	1.05	2.62	0.87
T0	Sin enraizador	0.52	0.66	0.66	1.84	0.61
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		3.57	3.70	3.97	11.24	
PROMEDIO BLOQUES		0.89	0.93	0.99		0.94

ANEXO Nº 05 EVALUACIÓN A LOS 90 DIAS DESPUES DEL ESTACADO (PORCENTAJE)

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E. TRAT (E X i)	PROM. TRTA. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	87.50	87.50	75.00	250.00	83.33
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	87.75	87.75	87.75	263.25	87.75
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	75.00	50.00	87.75	212.75	70.92
T0	Sin enraizador	37.50	50.00	37.50	125.00	41.67
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		287.75	275.25	288.00	851.00	
PROMEDIO BLOQUES		71.94	68.81	72.00		70.92

ANEXO Nº 06 EVALUACIÓN A LOS 90 DIAS DESPUES DEL ESTACADO DATOS TRANSFORMADAS (arco seno \sqrt{X})

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E. TRAT (E X i)	PROM. TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	1.21	1.21	1.05	3.47	1.16
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	1.21	1.21	1.21	3.64	1.21
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	1.05	0.79	1.21	3.05	1.02
T0	Sin enraizador	0.66	0.79	0.66	2.10	0.70
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		4.13	3.99	4.13	12.26	
PROMEDIO BLOQUES		1.03	1.00	1.03		1.02

2. NÚMERO DE BROTES POR ESTACA

ANEXO Nº 07 EVALUACIÓN A LOS 30 DIAS DESPUES DEL ESTACADO

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E. TRAT (E X i)	PROM. TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	2.20	1.76	2.12	6.08	2.03
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	2.50	2.10	2.20	6.80	2.27
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	1.65	2.00	1.80	5.45	1.82
T0	Sin enraizador	1.55	1.40	1.60	4.55	1.52
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		7.9	7.26	7.72	22.88	
PROMEDIO BLOQUES		1.98	1.82	1.93		1.91

ANEXO Nº 08 EVALUACIÓN A LOS 60 DIAS DESPUES DEL ESTACADO

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E. TRAT (E X i)	PROM. TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	2.50	2.00	3.00	7.50	2.50
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	3.50	3.25	3.00	9.75	3.25
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	2.25	2.50	2.50	7.25	2.42
T0	Sin enraizador	1.75	2.00	2.25	6.00	2.00
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		10	9.75	10.75	30.5	
PROMEDIO BLOQUES		2.50	2.44	2.69		2.54

ANEXO Nº 09 EVALUACIÓN A LOS 90 DIAS DESPUES DEL ESTACADO

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E. TRAT (E X i)	PROM. TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	3.00	2.75	3.50	9.25	3.08
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	4.00	3.50	3.75	11.25	3.75
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	2.75	3.00	2.50	8.25	2.75
T0	Sin enraizador	2.25	2.50	1.50	6.25	2.08
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		12	11.75	11.25	35	
PROMEDIO BLOQUES		3.00	2.94	2.81		2.92

3. LONGITUD DE BROTES

ANEXO N° 10 EVALUACIÓN A LOS 30 DIAS DESPUES DEL ESTACADO

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E.TRAT (E X i)	PROM.TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	1.38	1.40	1.30	4.08	1.36
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	1.43	1.48	1.53	4.43	1.48
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	1.03	1.10	0.90	3.03	1.01
T0	Sin enraizador	1.10	0.55	1.00	2.65	0.88
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		4.93	4.53	4.73	14.19	
PROMEDIO BLOQUES		1.23	1.13	1.18		1.18

ANEXO N° 11 EVALUACIÓN A LOS 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E.TRAT (E X i)	PROM.TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	3.00	3.20	3.10	9.30	3.10
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	3.40	3.60	3.80	10.80	3.60
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	3.00	2.80	2.60	8.40	2.80
T0	Sin enraizador	2.20	1.80	2.10	6.10	2.03
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		11.60	11.40	11.60	34.60	
PROMEDIO BLOQUES		2.90	2.85	2.90		2.88

ANEXO N° 12 EVALUACIÓN A LOS 90 DIAS DESPUES DEL ESTACADO

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E.TRAT (E X i)	PROM.TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	5.75	6.50	6.33	18.58	6.19
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	6.90	7.67	7.90	22.47	7.49
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	5.20	5.00	4.80	15.00	5.00
T0	Sin enraizador	5.00	4.50	4.33	13.83	4.61
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		22.85	23.67	23.36	69.88	
PROMEDIO BLOQUES		5.71	5.92	5.84		5.82

4. LONGITUD DE RAÍCES

ANEXO Nº 13 EVALUACIÓN DE LONGITUD DE RAICES

TRATAMIENTOS	ENRAIZADORES	REPETICIONES			E.TRAT (E X i)	PROM.TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	14.00	13.00	15.50	42.50	14.17
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	16.25	14.50	15.50	46.25	15.42
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	11.00	9.90	10.00	30.90	10.30
T0	Sin enraizador	6.50	7.30	8.50	22.30	7.43
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		47.75	44.7	49.5	141.95	
PROMEDIO BLOQUES		11.94	11.18	12.38		11.83

5. NÚMERO DE RAÍCES POR ESTACA

ANEXO Nº 14 EVALUACIÓN DE NÚMERO DE RAICES

TRATAMIENTOS	DIAMETROS	REPETICIONES			E.TRAT (E X i)	PROM.TRAT. x
		I	II	III		
T1	Ácido 3-índol-acético (IAA)	16.00	17.00	15.00	48.00	16.00
T2	Ácido 3-índol-butírico (AIB)	18.00	18.50	19.25	55.75	18.58
T3	TE (Té de estiércol vacuno)	13.00	10.00	13.50	36.50	12.17
T0	Sin enraizador	10.00	9.00	11.00	30.00	10.00
TOTAL DE BLOQUES (E X j)		57.00	54.50	58.75	170.25	
PROMEDIO BLOQUES		14.25	13.63	14.69		14.19

ANEXO Nº 15 DATOS METEOROLOGICOS

INFORME DE DATOS METEOROLÓGICOS DE LA ESTACIÓN AGENCIA AGRARIA MARAÑÓN																
Estación	Agencia Agraria Marañón		Coordenadas	PLUVIÓMETRO						CASETA DEL TERMÓMETRO						
Departamento	Huánuco		Coorden. UTM	E			- N			E			- N			
Provincia	Marañón		Coorden. Geog.	S			- W			S			- W			
	Huacrachuco			Altitud:	2912 msnm			Altitud	2912 msnm							
Responsable del Monitoreo	UNHEVAL - Sede Huacrachuco															
Responsable del Monitoreo	Mes: ENERO-JUNIO Año: 2 016															
MES	Temperatura del aire					Humedad del aire							Precipitación			
	Máxima (19)	Mínima (07)	Bulbo seco - Mercurio °C (Momento)			Media	Bulbo húmedo			Humedad relativa (%)				07	19	Total
			07	13	19		07	13	19	07	13	19	Media			
ENERO	19.69	11.00	11.68	17.89	14.55	14.70	10.53	13.69	11.85	88.38	66.27	75.61	76.76	30.95	37.80	68.75
FEBRERO	20.96	10.82	11.54	19.38	15.34	15.42	10.61	13.32	11.88	90.45	54.04	69.44	71.31	2.30	15.30	17.60
MARZO	19.81	10.90	11.55	18.68	14.35	14.86	10.71	13.74	11.77	91.39	61.40	76.61	76.47	60.50	31.85	144.60
ABRIL	20.83	10.90	11.62	19.40	14.23	15.08	10.78	13.43	11.73	91.43	54.55	77.23	74.40	43.45	19.75	106.65
MAYO	20.40	10.81	11.50	19.11	13.63	14.75	10.82	13.40	11.71	93.00	55.92	81.88	76.93	7.50	14.65	29.65
JUNIO	20.65	10.25	10.93	19.43	13.82	14.73	9.18	12.62	10.70	82.12	48.97	71.43	67.51	1.000	0.000	2.000