

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Eficiencia del tratamiento con ácido indol – 3 - butírico en el enraizamiento de estacas de berenjena (*Solanum betaceum Cav.*)

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER

LUIS HERNÁNDEZ CABANILLAS

ASESOR: Ing. URÍAS MOSTACERO PLASENCIA

CAJAMARCA – PERÚ

-2015-

DEDICATORIA

A mis padres

Antenor Lizauro y Hermelinda quienes me concedieron la vida.

A mis tíos

Carlos y María, por su apoyo incondicional

A mis hermanos

Jesús, Juan, Julio, Mariano y María Flor, por su apoyo y consejos

A mi esposa e hija

Flor de María y Yuliana Melisa pues son la razón de mi vida para seguir adelante y cumplir mis objetivos

A todos mis amigos

Que me apoyaron en el camino universitario hacia el objetivo.

Gracias por Existir...

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

A mi asesor:

Ing. Urías Mostacero Plasencia, por su amistad, apoyo y paciencia, en la ejecución de la investigación.

A aquellas personas:

Que me brindaron su apoyo en la elaboración y ejecución de este trabajo de investigación, a mis amigos y amigas, a los cuales conocí en la Universidad, en especial a aquellos con quienes compartimos no solo las aulas sino sentimientos de amistad.

A la UNC:

Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agronomía, por haberme acogido en sus aulas y formado profesionalmente.

A mis familiares:

Por sus consejos y apoyo incondicional en el largo camino para lograr el objetivo.

EL AUTOR

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	ii
Capítulo I: Introducción.....	1
1.1 Problema de la investigación.....	2
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Objetivo de la investigación.....	3
1.4 Hipótesis de la investigación.....	3
Capítulo II: Revisión de Literatura.....	4
2.1 Antecedentes teóricos de la investigación:.....	4
2.2 Origen de la berenjena (tomate de árbol):.....	7
2.3 Distribución:.....	7
2.4 Taxonomía:.....	8
2.5 Morfología:.....	8
2.6 Requerimientos del cultivo:.....	10
2.7 Labores culturales:.....	11
2.8 Fenología de la berenjena:.....	12
2.9 Genotipos o cultivares:.....	12
2.10 Propagación:.....	14
2.11 Plantación:.....	14
2.12 Propagación vegetativa:.....	14
2.13 Tipos de sustratos para el enraizamiento.....	15
2.14 Presencia de hojas y yemas:.....	15
2.15 Reguladores de crecimiento radicular:.....	15
2.16 Ácido indol-3-butírico:.....	16
2.17 Condición fisiológica de la planta madre, factor de juvenilidad y época en que se forma las raíces:.....	18
2.18 Formas de aplicación de los reguladores de las auxinas:.....	18
Capítulo III: Materiales y Métodos:.....	21
3.1 Ubicación Geográfica del trabajo de investigación:.....	21
3.2 Materiales:.....	22

3.3 Metodología:.....	23
Capítulo IV: Resultados y Discusiones.....	28
4.1 Número de raíces adventicias por estaca:.....	28
4.2 Longitud de la raíz mayor:.....	29
4.3 Número de brotes emitidos:.....	31
4.4 longitud promedio de brotes emitidos.....	32
4.5 porcentajes de estacas brotadas y enraizadas.....	35
4.6 porcentaje de estacas sin respuesta.....	36
4.7 porcentaje de estacas muertas.....	36
4.8 porcentaje de estacas con presencia y ausencia de callos.....	39
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.....	40
5.1 CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	40
Capítulo VI: Referencia Bibliográfica.....	41

RESUMEN

El experimento “Eficiencia del tratamiento con ácido indol – 3 - butírico (AIB) en el enraizamiento de estacas de berenjena (*Solanum betaceum Cav.*)” fue realizado en el caserío Iglesiapampa, distrito y provincia de San Pablo, departamento de Cajamarca; se probó tres dosis de AIB (D1:500 ppm (Baja), D2:1000 ppm (Media) y D3:2000 ppm (Alta)); además, de un testigo control, aplicadas en estacas de berenjena de la zona, las cuales se plantaron en macetas conteniendo arena fina (6 estacas por maceta). En la primera evaluación, no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos; por tanto, no se realizaron análisis posteriores. En la segunda evaluación se determinó que la el tratamiento con 1000 ppm (ED2) fue el mejor pues registró 18.23 raíces por estaca en promedio, 12.1 cm de longitud promedio de raíces por estaca, 4.13 cm de longitud de brote en promedio por estaca, 88.89 % de supervivencia de las estacas(a los 60 días) y 66.67 % de callos formados, superando al tratamiento de 2000 ppm (ED3), el cual registro 8.98 raíces, 7.95 cm de longitud de raíces, 2.71 cm de longitud de brote, 77.78 % de supervivencia y 66.67 % de callos, que ocupó el segundo lugar siendo estadísticamente diferente con el tratamiento 500 ppm(ED1), con 6.90 raíces, 6.46 cm de longitud, 2.61cm de brotes, 77.78 % de supervivencia y 55.56 % de callos, que ocupó el tercer lugar y fue diferente estadísticamente al tratamiento testigo (T) con 1.59 raíces, 1.46 cm de longitud, 2.51cm de brotes, 77.78 % de supervivencia y 22.22 % de callos. Por tanto, se determinó que existe eficiencia del tratamiento de AIB en el enraizamiento de estacas de berenjena, pues todos los tratamientos superaron al testigo o control del experimento.

Palabras claves: Estacas de berenjena, enraizamiento, dosis de AIB, testigo, Iglesiapampa-San Pablo.

ABSTRACT

The experiment " Efficiency of the treatment with acid indol - 3 - butírico (AIB) in the **enraizamiento** of stakes of aubergine (*Solanum betaceum* Cav.) " it was realized in the hamlet Iglesiapampa, district and San Paul's province, Cajamarca's department; there were proved three AIB's doses (D1:500 ppm (Goes down), D2:1000 ppm (Happens) and D3:2000 ppm (Discharge)); in addition, of a witness control, applied in stakes of aubergine of the zone, which reached handles containing thin sand (6 stakes for handle). In the first evaluation, there were no statistical differences between treatments; therefore, later analyses were not realized. In the second evaluation one determined that the treatment with 1000 ppm (ED2) was the best since it registered 18.23 roots for stake in average, 12.1 cm of average length of roots for stake, 4.13 cm of length of outbreak in average for stake, 88.89 % of survival of the stakes (to 60 days) and 66.67 % of formed corns, overcoming to the treatment of 2000 ppm (ED3), which I register 8.98 roots, 7.95 cm of length of roots, 2.71 cm of length of outbreak, 77.78 % of survival and 66.67 % of corns, which occupied the second place being statistically different with the treatment 500 ppm (ED1), with 6.90 roots, 6.46 cm of length, 2.61cm from outbreaks, 77.78 % of survival and 55.56 % of corns, that I occupy the third place and it was different statistically from the treatment witness (T) with 1.59 roots, 1.46 cm of length, 2.51cm from outbreaks, 77.78 % of survival and 22.22 % of corns. Therefore, one determined that there exists efficiency of AIB's treatment in the enraizamiento of stakes of aubergine, since all the treatments overcame to the witness or control of the experiment.

Keywords: Stakes eggplant, rooting doses of AIB, witness, Iglesiapampa- San Pablo.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La berenjena o tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*), es un pequeño árbol subtropical de la familia Solanaceae, cultivado en Colombia, Ecuador, Perú y Nueva Zelanda (Espinoza et al. 2005), su fruto exótico con delicioso sabor y aroma ha adquirido importancia a nivel mundial; por sus propiedades de reducción de colesterol, alto contenido de fibra, β - Caroteno (pro-vitaminas A), vitamina B6, vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E, hierro, potasio, magnesio, fósforo, bajo nivel de calorías que fortalecen el sistema inmunológico, la visión, actúa como antioxidante y fuente de pectina (Reyes y Sanabria 1993).

Sin embargo, para lograr el posicionamiento total del cultivo, es necesario desarrollar estudios que validen la calidad del producto, desde la producción de plantas hasta el rendimiento y la calidad del fruto, factores que dependen del potencial genético y características fenotípicas de la planta instalada. Lamentablemente, en la actualidad no se cuenta con semilla de buena calidad y confiable para obtener un cultivo homogéneo que garantice una buena producción; por tanto, la propagación asexual por estacas es una alternativa, pues permite obtener plantas idénticas a la planta madre; es decir, con las características seleccionadas deseadas para el mercado como tamaño, resistencia a plagas y enfermedades, producción, etc.; asimismo, para aumentar la eficiencia de enraizamiento de las estacas; en la actualidad se utilizan fitoreguladores, dentro de los cuales se encuentran las auxinas cuya principal función es estimular la división celular y la iniciación de raíces.

En la presente investigación se pretende determinar la dosis más adecuada de ácido indol - 3 - butírico (AIB) en el enraizamiento de estacas de berenjena, lo cual permitirá definir un protocolo a seguir, para obtener plantas con características deseables, de las cuales se obtenga

frutos con calidad organoléptica demandada por mercados locales, nacionales e internacionales, generando rentabilidad en el cultivo y por tanto beneficios económicos para los agricultores.

1.1 Problema de la investigación

Actualmente la berenjena presenta un gran potencial económico debido a su fácil y rápida industrialización. Hoy en día, lamentablemente no existe la información suficiente sobre un paquete tecnológico para el cultivo; las investigaciones en mejoramiento genético son muy escasas. Esto viene afectando directamente a los productores, debido a que no cuentan con un paquete tecnológico que pueda asegurarles producir un producto de calidad, manteniendo la rentabilidad para su cultivo; el mismo que les permita incrementar rendimientos sosteniendo su productividad.

En la actualidad la berenjena es cultivada en su forma semi silvestre, haciendo esto que el cultivo sea más susceptible al ataque de plagas y enfermedades, afectando directamente a la producción y la calidad organoléptica del producto. El desarrollo del cultivo se ha basado en conocimiento empírico implementado por agricultores (Tafur 2006).

La propagación del cultivo por semilla botánica, retrasa el ciclo vegetativo del cultivo y crea desuniformidad de frutos. Por lo antes mencionado y con el afán de contribuir a mejorar la calidad de la berenjena, se realizó una propagación asexual por estacas, asegurando mantener las características originales del material madre y las cualidades organolépticas del producto. Bajo este contexto con la presente investigación se pretendió determinar la dosis más eficiente de ácido indol - 3 - butírico en la propagación asexual por estacas de berenjena.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la dosis de ácido indol - 3 - butírico, que tiene mejor efecto en el enraizamiento de estacas de berenjena?

1.3 Objetivo de la investigación

- Determinar la dosis de ácido indol - 3 - butírico, que tiene mejor efecto en el enraizamiento de estacas de berenjena.

1.4 Hipótesis de la investigación

El efecto del ácido indol - 3 - butírico, en el enraizamiento de estacas de berenjena, varía en función a la dosis utilizada.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes teóricos de la investigación:

Es importante recopilar la mayor cantidad posible de literatura que suministre información sobre la influencia del tratamiento con AIB en el enraizamiento de estacas en el cultivo de interés. Los datos provenientes de estos estudios constituyen una medida real y línea de base para nuestra investigación. Con respecto al cultivo de berenjena, cabe mencionar que son escasas las investigaciones que se han realizado hasta el momento; existiendo la necesidad de desarrollar e innovar conocimientos y métodos para el mejoramiento del cultivo por su gran potencial en el mercado mundial. A continuación mencionaremos algunas investigaciones que se han realizado en el cultivo.

a. Estudios en la propagación sexual y asexual del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt.)

Alvarado (1994), desarrolló un experimento en Honduras, en los meses de agosto, diciembre utilizando estacas terminales, subterminales y de hoja-yema, con dosis de 0, 1000 y 3000 ppm de AIB, en condiciones de invernadero, con temperaturas de 26 a 40 en el día y de 22 a 30 grados centígrados en la noche. Las estacas terminales respondieron mejor al tratamiento con 3000 ppm en diciembre llegando a un 95 % de enraizamiento, en segundo lugar fue ocupado por las estacas hoja-yema con un 70 % de enraizamiento, y el tercero lugar fue para las estacas subterminales, las cuales no superaron el 35 %, la respuesta fue menor en el mes de agosto probablemente por las menores temperaturas promedio.

b. Cultivo In Vitro del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt.)(Fenotipo naranja) proveniente de Costa Rica

Chacón et al. (2013), desarrolló un protocolo para la micropropagación *In Vitro* del tomate de árbol criollo del fenotipo naranja, proveniente de Costa Rica, el cual presenta potencial para la diversificación agrícola y la agroindustria. Se evaluaron dos tratamientos de desinfección *In Vitro* con variaciones en la concentración del Ca (ClO)₂ 2,5 % y 5,0 % (i.a 75 %), tres tratamientos para la multiplicación in vitro del material con diferentes reguladores de crecimiento y concentración de sales MS (1962), y seis tratamientos en el enraizamiento *In Vitro* con diversos reguladores de crecimiento y gelificantes.

Se determinó que la desinfección con 2,5 % de Ca (ClO)₂ fue la mejor para el establecimiento *In Vitro*; el mejor medio de cultivo para la micropropagación del material fue el M1, compuesto por sales MS(1962) al 100 %, sacarosa al 3 %, phytigel 1,8 g. L⁻¹, 0,5 mg. L⁻¹ de AG3, 0,25 mg. L⁻¹ de BAP y 2,0 mg. L⁻¹ de PaCa, el cual presentó el mejor balance entre el número promedio de brotación/explante y el número promedio de entrenudos/explante, sin formación excesiva de callo, mientras que el medio de cultivo E5, constituido por sales MS(1962) al 100 %, agar 6,0 g. L⁻¹ y sacarosa al 3 %, sin reguladores de crecimiento y el medio de cultivo E6, que incluía las sales MS(1962) al 100 %, agar 8,0 g. L⁻¹ y sacarosa al 3 %, sin reguladores del crecimiento, mostraron el período más corto para la formación de raíces, el mayor número promedio de raíces y la mayor longitud promedio de raíz y tallo.

c. Regeneración de plantas de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav. Sendt.) mediante organogénesis inducida a partir de callos

Apraes et al. (2011), desarrolló una investigación en la Universidad de Nariño de Colombia con el objetivo de obtener plantas de tomate de árbol (*C. betacea*) bajo condiciones *In-Vitro*, mediante la organogénesis inducida en callos. Se evaluaron los

tratamientos MS (testigo), MS+ 2,4-D5 μM , MS+ 2,4-D10 μM y MS+ 2,4-D15 μM . Para el segundo, tercer y cuarto tratamiento se agregó 13 μM de Cinetina. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con 16 unidades experimentales y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo compuesta por diez contenedores de vidrio con capacidad de 120 ml cada uno. En cada contenedor se agregaron 20 ml de medio de cultivo, sembrándose tres callos de aproximadamente 5 mm de diámetro, teniendo 120 callos por unidad experimental. El mayor porcentaje de plantas regeneradas (14,66 %) se obtuvo con MS+ 2,4-D5 μM y el menor porcentaje (2,9 1%) con MS+ 2,4-D15 μM . La mayor cantidad de raíces, tallos, hojas y plantas formadas ocurrieron con MS+ 2,4-D5 μM , con valores de 0,52, 0,14, 0,15 y 0,05, respectivamente y el menor valor se obtuvo con MS+ 2,4 -D15 μM con valores 0,09, 0,04, 0,008 y 0, en su orden.

d. **Potencial de propagación In Vitro para el tomate de árbol partenocárpico *Cyphomandra betacea* Cav. (Sendt)**

Espinoza et al. (2005), investigo 10 medios de cultivo para el establecimiento y la multiplicación in vitro de tomate de árbol partenocárpico, los cuales contenían sales de MS, BAP de 0,17 a 5,82 mg. L⁻¹, y AIA de 0,19 a 2,31 mg. L⁻¹ y una mezcla de tres sustancias antioxidantes: cisteína, ácido ascórbico y caseína hidrolizada (100 mg. L⁻¹ de cada una). Los explantes utilizados fueron esquejes de nudo de 1,5 a 2,0 cm de longitud. Para el análisis estadístico se empleó un diseño central compuesto triplicado con dos repeticiones del punto central. Los resultados fueron: en el material proveniente del altiplano Norte de Antioquia, Colombia, se determinó el punto óptimo para la variable longitud de brotes con reguladores de crecimiento (0,17 mg. L⁻¹ de BAP y 0,19 mg. L⁻¹ de AIA); en el material procedente del Oriente de Antioquia-Colombia, no se pudo determinar el punto óptimo. Las sustancias antioxidantes no fueron efectivas para evitar la oxidación fenólica, la cual fue mediana a alta. Las tasas de multiplicación fueron bajas (0 % y 20 % para los genotipos del Oriente y Norte de Antioquia, respectivamente) y el desarrollo de los brotes en el material del Norte fue muy lento (cuatro meses).

2.2 Origen de la berenjena (tomate de árbol):

El género *Cyphomandra*, al cual pertenece la berenjena, abarca entre 35 y 50 especies originarias de América tropical, en latitudes que van desde los 20° N hasta los 30° S, encontrándose dispersos especialmente en América del Sur (García et al. 2002), sobre su origen existen dos teorías: Una sustentada por Bohs (1988), que sitúa el origen en selvas y bosques de montaña del Sur de Bolivia y Noroeste de Argentina conocidos como “Yungas”, en base a los estudios de campo realizados, que demostraron las relaciones morfológicas y moleculares con los taxones bolivianos y la otra, sustentada por Patiño (2002), quien afirma que el origen se sitúa en la región montañosa de la Cordillera de los Andes, en los bosques de clima templado de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile.

2.3 Distribución:

La berenjena se adapta a climas de temperatura moderada (entre 15 y 25 °C), se desarrolla de manera óptima en temperaturas que van de 14 a 20°C y en altitudes comprendidas desde los 600 hasta 3300 m, pH entre 6 – 6,5 y precipitaciones anuales de 1500 – 2000 mm (Prohens et al. 2004).

En el Perú se cultiva en suelos arenoso-arcilloso, bosques secundarios muy húmedos y montanos ubicados entre los 1000-2200 msnm en los departamentos de La libertad y San Martín (Mostacero et al. 2009).

Tapia y Fries (2007) indican que la berenjena se distribuye desde Colombia hasta Bolivia, en los valles interandinos.

A partir del 2005, Estados Unidos, España y Chile, son los principales destinos de las exportaciones ecuatorianas del fruto de berenjena, Estados Unidos capta el 53 % de la exportación de la fruta y se constituye el principal socio comercial ecuatoriano (Lucas, Maggi y Yagual 2010).

2.4 Taxonomía: León et al. (2004); García y García (2001) indican que la berenjena pertenece:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta (fanerógamas)
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>betaceum</i>
Nombre científico	<i>Solanum betaceum Cav.</i>

Nombres comunes, tomate de agua, tomate cimarrón, tomate de árbol, tomate del monte, tomate de palo, tomate de castilla, tomate de la paz, tomate serrano, berenjena en el norte del Perú (Tapia y Fries 2007).

2.5 Morfología:

- a. Raíz:** Es superficial, fasciculado, con abundantes raíces secundarias cuando la planta es de origen asexual. Cuando se origina de semilla sexual tiene una raíz principal y varias laterales (Sagñay 2010).
- b. Tallo:** mide de 2-3 m, es arbustivo, erecto y ramificado a partir de 1,3 m a 1,6 m, de consistencia semileñosa, corazón corchoso (suberificado), la corteza de color verde grisáceo (Revelo et al. 2007).

- c. **Hojas:** son alternas, de forma acorazonada, alcanzan tamaños de 30 a 40 cm de largo, mientras que las hojas que se implantan en ramas secundarias y terciarias que forman la copa miden 20 cm en promedio (León et al. 2004).
- d. **Flores:** se encuentran formando inflorescencia tipo cima-escorpioidea o racimo, algunas sufren modificaciones y se forman en las axilas. Las flores son pediceladas, pentámeras, con corola de color rosado. La polinización es autógama y alógama o cruzada ya que las flores abiertas son visitadas diversos insectos (Revelo et al. 2007).
- e. **Fruto:** es una baya suspendida por un pedúnculo largo, generalmente de forma ovalada, también se encuentra ovoides, esféricos, trompiformes, y piriformes. La epidermis es lisa y brillante, el color varía entre genotipos, desde el verde que es común en todos cuando es inmaduro, tomando tonalidades en su estado de madurez de consumo de color amarillo, anaranjado, rojo y púrpura oscura (León et al. 2004). Pertenece a las frutas no climatéricas, por ello se cosechan cerca de la madurez de consumo, para obtener las mejores características organolépticas (Calvo 2009).

Tabla 1. *Composición Nutricional por cada 100 g de producto fresco de berenjena.*

COMPONENTES	CONTENIDO
Calorias	30 cal
Agua	89.7 g
Acidez	1.93-1.60
Brix	11.60-10.50
Calorías	30.00
pH	3.17-3.80
Humedad (%)	86.03-87.07
Carbohidratos (g)	7.00
Ceniza(g)	0.60
Fibra(g)	1.10
Proteína (g)	2.00
Caroteno(IU)	1000.00
Calcio (mg)	9.00
Fósforo(mg)	41.00
Hierro (mg)	0.90
Niacina (mg)	1.07
Riboflavina (mg)	0.03

Tiamina (mg)	0.10
Vitamina C (mg)	25.00
Vitamina E(mg)	2010.00
Ácido Arcorvico(mg)	25.00

Fuente: Caribbean fruit, CORPEI, (INIAP- MAGAP 2008)

- f. **Semillas:** son pequeñas de 2 a 4 milímetros de largo, forma aplanada, color blanco al estado inmaduro, a medida que alcanzan la madurez se cubren de pigmentos anaranjados, rojizos o morados intensos, se hallan inmersas en un mucílago gelatinoso, su número varía entre 200 a 300 unidades de acuerdo al cultivar (León 2002).

2.6 Requerimientos del cultivo:

- a. **Altitud:** se desarrolla en altitudes comprendidas entre 1000 a 3000 m, la mayor superficie cultivada se encuentra entre 2000 y 2500 m (León 2002).
- b. **Temperatura:** las óptimas estarían entre los 14 y los 20 °C, no tolera cambios bruscos de temperatura (Amaya y Julca 2006).
- c. **Precipitación y humedad relativa:** precipitaciones oscilan entre 500 a 1000 mm anuales y humedad relativa del 80 % (León 2002). La humedad baja incentiva evapotranspiración mayor y las plantas presentan marchitez, decaimiento de los brotes y hojas, tamaño pequeño de las plantas; además, la humedad ambiental influye directamente en el cuajado y desarrollo de frutos (Albornoz 2002).
- d. **Vientos:** se recomienda realizar plantaciones en lugares donde el viento no sea un limitante, sin embargo, los vientos fuertes y frecuentes provocan la caída de las flores, destrozan hojas y rompen las ramas fácilmente por el peso de los frutos ocasionando graves pérdidas económicas. En lugares afectados por el viento se recomienda instalar cortinas rompevientos (Amaya y Julca 2006).
- e. **Suelos:** Se adapta a casi la totalidad de suelos, pero su mejor desarrollo alcanza en aquellos suelos de textura franco arenosa, con buen drenaje y alto contenido de

materia orgánica. Los suelos pesados son perjudiciales. La berenjena es muy sensible al encharcamiento de agua (Armendáriz 2003).

2.7 Labores culturales:

- a. **Siembra:** el terreno debe ser preparado con dos meses de anticipación con labores normales de arado y rastra; los hoyos, en los que se siembra la planta, deben ser de 40 x 40 cm. Una plantación adecuada puede ser distanciada de 4 a 4,50 m entre los surcos o hileras y 1,50 m entre plantas (Tapia y Fries 2007). En el fondo de cada hoyo se deposita una mezcla de 3 kg de gallinaza descompuesta más 60 g de fertilizante químico de fórmula 8-20-20 ó 10-30-10, luego poniendo una capa de tierra sobre la mezcla, se colocan las plantas de berenjena (Amaya y Julca 2006)

Las semillas deben provenir de frutos maduros de plantas sanas y robustas. Las plántulas se transplantan al campo de producción cuando alcanzan 30 cm. El suelo debe estar bien mullido y con abundante materia orgánica. La mejor época para esta actividad es octubre a diciembre, es decir cuando no hay peligro de bajas temperaturas, se reporta rendimientos promedio de 7.8 t /año (Román 2005).

- b. **Podas:** debe ser leve, se limitará a eliminar chupones y las ramas secas, pues fisiológicamente es un arbusto que florece y fructifica en brotes jóvenes. Se recomienda hacer podas de ramas o tallos que hayan sufrido infecciones o infestaciones ya sea por hongos, virus, bacterias, insectos o ácaros (Grijalva 2004).
- c. **Deshierbos:** pueden ser manual, mecanizados y químicos. En forma mecanizada puede utilizarse un Rotavator tirado por motocultores. En forma química se puede utilizar Diuron 80 ppm (Albornoz 2002).

- d. **Riegos:** debe realizarse tomando en consideración las características de los suelos (profundidad, textura, estructura, drenaje y salinidad), la disponibilidad de agua y el tamaño de la plantación (Albornoz 2002)

- e. **Sanidad:** La plaga más importante son los pulgones, pues atacan todo el año; con mayor intensidad en época de sequía. Su control es fácil: dos a tres aplicaciones preventivas con un intervalo de 8 a 10 días, con agua del desamargado de tarwi, si el ataque es severo se puede utilizar un insecticida sistémico. La enfermedad más frecuente es el mildiú, que causa manchas de color pardo en ambas caras de las hojas, en estos casos es necesaria la aplicación de un funguicida a base de cobre (Tapia y Fries 2007).

- f. **Cosecha:** El primer fruto cuaja a los 14 días después de la floración, con promedio de 34 frutos cuajados por inflorescencias y 1 a 6 frutos maduros por inflorescencia. Los frutos maduran fisiológicamente de 309 a 350 días desde el establecimiento del cultivo, produce casi todo el año, pero la mayor concentración de frutos maduros se da en los meses de mayo a diciembre (Tapia y Fries 2007).

2.8 Fenología de la berenjena:

Presenta dos épocas de crecimiento, una intensa en verano que coincide con elongación de ramas, formación de yemas laterales y hojas nuevas, y a su vez con renovación de follaje y una leve en invierno; la fase reproductiva presenta floración permanente en el año, que desarrolla entre 23 y 35 flores de las cuales cuajan en promedio de 1 a 8 frutos; la formación y maduración demora 24 y 27 semanas, con un mayor cuajamiento de frutos en el primer semestre. Se requiere de un crecimiento vegetativo permanente para que exista producción, por ello es importante las podas (Agronet 2009).

2.9 Genotipos o cultivares:

a. **Cultivar anaranjado puntón:** Las plantas de este cultivar se ramifican a 1,5 m de altura; el diámetro de la copa puede tener 2,57 m, por lo que las distancias mínimas de plantación deben ser inferiores a 1,4 m entre plantas. Los árboles inician a florecer en los valles subtropicales a los 181 días desde la plantación. Los frutos se cosechan a partir de los 357 días. En un año de cosecha este cultivar puede alcanzar producciones de al menos 23,0 t ha⁻¹ (León et al. 2003).

Los frutos a la madurez completa tienen color de piel anaranjada y las siguientes características físicas: peso de 75,0 g; longitud de 6,8 cm, ancho de 4,6 cm (León 2002).

b. **Cultivar anaranjado redondo:** Las plantas de este cultivar se ramifican a 1,02 m de altura y alcanzan alturas totales cercanas a los 2,76 m; el diámetro de la copa puede tener 3,33 m por lo que las distancias mínimas de plantación no deben ser inferiores a 1,7 m entre plantas, inician a florecer a los 149 días desde la plantación y se cosechan sus frutos a partir de los 325 días, siendo el ecotipo más precoz. En un año de cosecha, este cultivar puede alcanzar producciones de 51,3 t ha⁻¹, lo que lo hace el cultivar más productivo (León et al. 2003). Los frutos alcanzan un peso de 75 g, longitud 5,5 cm, ancho 4,7 cm y el color de la pulpa es anaranjada (León 2002). Este genotipo es poco cultivado y comercializado, tal vez por diferir en la forma del fruto y tener menor calibre (León et al. 2003).

c. **Cultivar anaranjado gigante:**

Las plantas de este cultivar se ramifican a 1,40 m de altura y alcanzan alturas totales cercanas a los 2,83 m; el diámetro de la copa puede tener 3,14 m, por lo que las distancias mínimas de plantación no deben ser inferiores a 1,6 m entre plantas. Los árboles inician a florecer en los valles subtropicales a los 194 días desde la plantación y se cosechan sus frutos a partir de los 368 días, es el más tardío. En un año de cosecha, este cultivar puede alcanzar rendimientos de 32,0 t ha⁻¹) (León et al. 2003)

Los frutos alcanzan pesos de 118 g, longitud 7,0 cm, ancho 6,0 cm y el olor de la pulpa y muílago son anaranjados. Este genotipo es el de mayor cultivo en la actualidad, debido a que presenta frutos de buen tamaño, característica que es apreciada en el mercado, por

lo que alcanzan mayores precios en la comercialización por kilogramo de fruta (León et al. 2004).

2.10 Propagación:

La berenjena se puede propagar por semillas, estacas y por injerto; la planta tiene una vida aproximada de 3 a 4 años (Revelo et al. 2007).

- a. **Propagación sexual:** se debe tener en cuenta las características de la planta madre, del fruto y semilla. Genera plantas vigorosas con raíces fuertes, con resistencia a problemas adversos del suelo, tardan de 12 – 14 meses, en producir después del trasplante.
- b. **La propagación por estaca:** permite obtener plantas más pequeñas, tardan de 8 - 10 meses en producir después del trasplante. Se seleccionan las penúltimas ramas, ya lignificadas del árbol, se les quita las hojas y ramas secundarias, las estacas deben tener de 3 - 4 yemas, se desinfectan con Mancozeb (20 g l^{-1}), el brotamiento comienza a la tercera o cuarta semana, estudios realizados han determinado que los mejores tipos de estacas son los chupones basales (parte terminal y media) y la parte terminal de chupones aéreos. Algunas desventajas son: alto volcamiento, desgaje de plantas al empezar la producción, en zonas con altos vientos, pendientes y ramificación baja (0.5-1.00 m).
- c. **La propagación por injerto:** recomendable para suelos ácidos y húmedos el patrón a usar es la solanácea silvestre, el cual presenta resistencia a nematodos, el tipo de injerto con alto prendimiento es por escudete y púa terminal.

2.11 Plantación: la densidad más utilizada es de 2.0 m entre hileras y 2.0 m entre plantas ($2,500 \text{ plantas ha}^{-1}$) y de 2.0 m por 1.5 m ($3,620 \text{ plantas ha}^{-1}$), respectivamente (Parra 2010).

2.12 Propagación vegetativa:

La propagación vegetativa, se define como la multiplicación de una planta a partir de una célula, tejido u órgano (raíces, tallos, ramas, hojas) debido a que las células vegetales conservan la capacidad de regenerar la estructura entera de la planta; esta capacidad se debe a la totipotencia, es decir, que cada célula vegetal viviente contiene en su núcleo la información genética, que necesita para reconstruir una nueva planta (Aldana 2010).

2.13 Tipos de sustratos para el enraizamiento

Arriaga (1994) mencionan que un medio ideal de enraizamiento es aquel que contiene suficiente porosidad para permitir una buena aireación y buena capacidad de retener humedad, pero al mismo tiempo debe estar bien drenado.

- a. **Arena** es utilizada con muy buenos resultados en enraizamiento, siendo ésta la más utilizada de los medios. La arena no contiene nutrientes por tanto no tiene capacidad reaccionar con los tratamientos utilizados. La arena gruesa o grava fina es buen medio de enraizamiento, debe estar limpia, húmeda y aireada aunque no necesariamente estéril.

2.14 Presencia de hojas y yemas

Se recomienda de 2 a 3 hojas, cortadas en un tercio para disminuir la transpiración. La posición de las estacas debe ser ligeramente inclinada para favorecer la aparición de raíces (Baraona y Sancho 1991). La yema del brote vigoroso estimula la formación de raíces en tallos pues en las yemas se forman sustancias de tipo hormonal que son transportadas por el floema a la base de las estacas, en donde promueven la elongación radicular (Hartmann y Kester 1995).

2.15 Reguladores de crecimiento radicular:

Una hormona de crecimiento vegetal es una sustancia orgánica sintetizada al interior de una planta que a bajas concentraciones puede activar, inhibir o modificar cualitativamente el crecimiento, ejerciendo esta acción en un lugar distinto al de origen (Müller 2000).

Las hormonas vegetales son sustancias sintetizadas generalmente en brotes terminales de la planta y se translocan a las partes basales, donde actúan a bajas concentraciones,

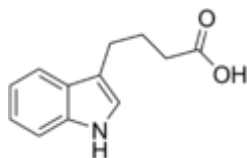
regulando el crecimiento, desarrollo y metabolismo del vegetal, pueden ser de origen natural o sintéticas, existen varios grupos de estas sustancias, de ellas, las auxinas son de interés para el enraizamiento (Hopkins y Hüner 2008).

Müller (2000) indica que las hormonas de enraizamiento pertenecen a la familia de las auxinas y dentro de éstas las más utilizadas son el ácido indol acético (AIA), ácido indol butírico (AIB) y el ácido naftalen acético (ANA).

2.16 **Ácido indol-3-butírico, ácido indol butírico o ácido 1H-indol-3-butanoico (IBA):**

Pohanish (2015) lo describe como un compuesto natural, sólido cristalino en condiciones estándar de presión y temperatura (25 °C y 1 atm), de color blanco a amarillo claro, de fórmula molecular $C_{12}H_{13}NO_2$. A presión atmosférica se funde a 125 °C, y se descompone antes de la ebullición. considerado regulador del crecimiento vegetal de la familia de las auxinas, y forma parte de muchos productos comerciales utilizados para facilitar el enraizamiento de estacas de especies hortícolas y frutales.

Estructura química:



Nombre IUPAC: Ácido 1H-Indol-3-butanoico

Propiedades físicas:

Densidad: 1252 kg.m⁻³; 1.252 g cm⁻³

Masa molar: 203.24 g mol⁻¹

Punto de fusión: 398 K (125 °C)

- a. **Síntesis:** puede ser aislado a partir de hojas y semillas de maíz (Epstein, Chen y Cohen 1989) y de otras especies. En maíz el ácido indol butírico se sintetiza In Vivo, siendo el ácido indol acético uno de sus precursores (Müller 2000). Este producto químico también puede ser extraído de diferentes especies del género Salix (sauces) (Hopkins y Hüner 2008).

b. Preparación y conservación

Dado que el ácido indol butírico no es soluble en agua, se disuelve típicamente en etanol 75 % (o más puro) para su uso en el enraizamiento de las plantas. El ácido indol butírico también está disponible como sal, en cuyo caso es soluble en agua. La solución deberá conservarse en un lugar frío (se recomienda almacenarse a menos de 0 °C) y oscuro para obtener mejores resultados. El producto en estado sólido debe conservarse a temperaturas de entre 0 y 5 °C (Pohanish 2015).

- c. Mecanismo de acción:** es poco conocido. Cierta evidencia genética indica que esta hormona vegetal podría convertirse en ácido indol acético a través de un proceso similar a la beta oxidación de los ácidos grasos. De ser así, la conversión del ácido indol butírico en ácido indol acético lo cual significa que el primero podría funcionar como un sumidero de almacenamiento para el segundo (Zolman et al. 2008). Otros trabajos sugieren que el ácido indol butírico no se convierte en ácido indol acético, sino que actúa por sí mismo como una auxina (Müller 2000).

Estudios sobre transporte de las auxinas en el interior de las plantas mostraron que el ácido indol acético es traslocado más rápidamente que el ácido indol butírico. Las velocidades observadas fueron de 7,5 mm. H⁻¹ para el ácido indol acético, y 3,2 mm.H⁻¹ para el ácido indol butírico. La dirección de transporte es basípeta (hacia la base, es decir, un transporte polar). Luego de la aplicación del compuesto marcado 3H-IBA a las estacas de varias especies, la mayor parte del producto marcado permanece en la base de las estacas. Los cultivares que tienen mayor facilidad para el enraizamiento absorben mayor cantidad de auxinas y transportan mayor cantidad de las mismas a las hojas (Hopkins y Hüner 2008).

- d. Aplicaciones en la agricultura:** Azcón y Talón (2008) mencionan aplicaciones de las auxinas para aclareo de frutos, reparto de foto asimilados, retardo en caída de

frutos, cuajado de frutos, modificar aspecto de frutos, enraizamiento de estacas, raleo químico de flores y frutos.

2.17 Condición fisiológica de la planta madre, factor de juvenibilidad y época en que se forma las raíces:

Hopkins y Hüner (2008) sostienen que la recolección del material para propagar debe ser cuando las células están turgentes. Las ramas ricas en carbohidratos producen más raíces, las ramas verdosas que contienen carbohidratos pero más nitrógeno, producen menos raíces pero tallos fuertes, y las ramas verdes, suculentas, muy pobres en carbohidratos y ricos en nitrógeno, se pudren con facilidad. Un método simple para seleccionar material para estacas con un contenido elevado de almidón se basa en el uso de yodo.

Las estacas de tallo o de raíz tomadas en la fase de desarrollo juvenil forman raíces con mucha facilidad. La relación de la etapa juvenil con el crecimiento de las raíces se puede explicar con el incremento en la formación de inhibidores del enraizamiento a medida envejece la planta madre (Müller 2000).

En la propagación de especies deciduas, se puede tomar el material vegetativo en el período de reposo o durante el crecimiento. Las especies siempre verdes de hoja angosta y de hoja ancha, presenta una o más períodos de crecimiento vegetativo durante el año; por lo tanto la obtención del material de propagación se debe hacer coincidir con este período (Hopkins y Hüner 2008).

2.18 Formas de aplicación de los reguladores de las auxinas

A. Inmersión rápida en solución concentrada

En los extremos basales de las estacas, se aplican concentraciones de 500 a 1500 ppm en estacas herbáceas y madera suave, entre 100 a 3000 ppm en estacas leñosas, de 500 a 10000 ppm para estacas de madera dura y semidura; además, la inmersión en soluciones concentradas deben ser muy rápidas con la ventaja de ser muy uniforme,

consistente, fácil de usar y apropiado para realizar investigaciones y ensayos particulares (Müller 2000).

El producto químico puede absorberse a través del tejido intacto, cicatrices de las hojas, heridas o cortes en el extremo apical o basal de estacas. Se introduce de 0.5 a 1 cm de la porción basal de las estacas, luego se deja evaporar el alcohol de la sustancia enraizante adherida en ellas con ayuda de un ventilador, durante 5 segundos, antes de colocarse en el medio de enraizamiento (Hopkins y Hüner 2008).

B. Remojo en solución diluida

La parte basal de la estaca (2.5 cm) se remojan durante 24 horas en una solución diluida del material justo antes que se inserte en el medio de enraizamiento. Las concentraciones que se usan varían de 20 ppm para especies de fácil enraizamiento, hasta 200 ppm en especies de difícil enraizamiento. Durante el remojo se debe mantener una temperatura alrededor de 20 °C evitando la incidencia de los rayos solares. La cantidad de sustancias absorbidas por la estaca dependen de cierta parte de las condiciones que la circunden en este período (Hopkins y Hüner 2008)

C. Condiciones ambientales durante el enraizamiento

a. Humedad relativa del ambiente

La condición hídrica de las estacas es gobernada por el balance entre las pérdidas por evaporación a través de las hojas y la adsorción de agua por las estacas. Puesto que las estacas carecen de raíces al inicio, deben depender de la retención de su turgencia y de la adsorción de agua por el corte de la estaca (Díaz 1991).

b. Preparación de las estacas

• Corte y poda de las estacas

Las estacas, deben prepararse en un lugar fresco, cómodo y donde exista abundante sombra, se debe tener listo todos los materiales a usar para evitar la desecación de los brotes (Murillo et al. 2013). Hopkins y Hüner (2008) afirman que los cortes se efectúan por debajo de un nudo o yema, los mismos que deben ser netos sin producir rajaduras; los cortes pueden ser de tipo bisel simple según

la posición de la yema, la misma que puede estar en la base o en el ápice del bisel; en doble bisel y rectos. La longitud de la estaca juvenil puede variar de 4 a 8 cm, con diámetros de 3 a 8 mm. Se recomienda utilizar estacas de longitud superior a 4 cm, para evitar que la hoja quede en contacto con el sustrato y prevenir la pudrición de la hoja; asimismo indica la poda del área foliar de la estaca se realiza para lograr un mayor equilibrio entre la fotosíntesis y la transpiración. A través de ensayos se determina cual es el área foliar adecuada de la especie para lograr un mayor enraizamiento.

c. Instalación de estacas en el medio de enraizamiento

Una vez que el sustrato está colocado y nivelado en el ambiente de propagación, se cuadricula el área a utilizar con ayuda de una regla, de acuerdo a los distanciamientos a sembrar, se realizan hoyos de 2 a 4 cm de profundidad dependiendo de la longitud de la estaca y el tamaño del área foliar (Müller 2000).

- d. Enraizamiento de estacas:** Partes aisladas de muchos vegetales (tallos, hojas, raíces) tienen la capacidad de producir una nueva planta. Esta propiedad regenerativa es utilizada por viveristas, horticultores y floricultores manteniendo así la estabilidad genética y rapidez obtención de nuevas plantas. El proceso de formación de raíces adventicias implica tres pasos: diferenciación de células iniciales de raíces, Formación de primordios y crecimiento macroscópico (Hopkins y Hüner 2008).

Desde el punto de vista fisiológico este proceso es el resultado de la presencia o ausencia de un conjunto de factores determinantes (hormonas e inhibidores) y de "cofactores" de variada naturaleza química (vitaminas, aminoácidos, purinas, sales minerales, etc.) que, actuando en una determinada relación de concentración, dirigen la morfogénesis radical (Pohanish 2015).

El comportamiento de las estacas es diferente según la época en que se obtienen, edad y crecimiento de las ramas que se toman para estacas (herbáceas, semileñosas, leñosas). Estado de desarrollo de la planta madre (en floración es cuando menor

capacidad de enraizamiento muestran). Su ubicación en la rama (topófitis). Presencia de yemas u hojas. Estado de nutrición de la planta madre. Longitud del día en el momento de la obtención de las mismas (fotoperíodo) (Müller 2000).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación Geográfica del trabajo de investigación

La investigación se desarrolló en el Caserío de Iglesiapampa, distrito y provincia de San Pablo, región Cajamarca, ubicado Noroeste de la ciudad de Cajamarca, en la zona 17S, en el punto con coordenadas UTM 741828.85 S y 9212128.34 N, a una altitud de 2350m, lugar donde se recolectó el material biológico (estacas de berenjena) el cual se trasladó a un invernadero donde se desarrolló el trabajo de investigación.



Figura 1. Imagen satelital con la ubicación del experimento con referencia a la ciudad de San Pablo

3.2 Materiales

A. Material biológico:

- Estacas de berenjena

B. Material de campo:

- Arena fina de río (sustrato)
- Bolsas de Polietileno
- Tijera podadora
- Rafia
- Balde
- Caja de Tecnopor
- Regla graduada
- Tamiz
- Maceteros de plásticos de 15 cm de diámetro
- Libreta de apuntes

C. Material de escritorio

- Hojas BOND A4
- Lápiz
- Plumones
- Papel periódico

D. material y equipo de laboratorio

- Lupa
- GPS
- Cámara digital
- Termo higrómetro
- Matraz de 500 ml.

- Balanza analítica
- Alcohol al 96 %
- Hormona Ácido indol - 3 – butírico 3.5 g.
- Pipeta

3.3 Metodología:

A. Factores o variables de estudio:

- **Variable dependiente**

Estacas de berenjena (esquejes de ramas laterales).

- **Variabes independientes**

Tratamiento auxínico con ácido indol -3- butírico (AIB).

Niveles: tenemos D1 = 500 ppm (Baja), D1 = 1000 ppm (Media) y D3 = 2000 ppm (Alta) y un control T = (Testigo)

Tabla 2. Factores, niveles, tratamientos y claves

Factor	Nivel (dosis de AIB)	Tratamientos	Clave
	Testigo	Estaca	T
Estaca (E)	Baja(D1)	Estaca + baja	ED1
	Media(D2)	Estaca + media	ED2
	Alta(D3)	Estaca + alta	ED3

B. Diseño experimental

En la presente investigación se utilizará un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual está constituido por 3 tratamientos y un testigo con 3 repeticiones. Cada tratamiento involucra a una muestra experimental (una maseta con 6 estacas). Para el análisis de varianza se utilizaron programas estadísticos (SAS, EXCEL) para el procesamiento de los datos respectivos. Emplearemos la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5 % para analizar las diferencias entre los tratamientos.

- **Modelo estadístico lineal:** $Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$ $i = 3$ (Tratamientos) $j = 3$ (repeticiones).

Donde: μ = es el efecto de la media general.
 T_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento.
 ε_{ij} = es el efecto verdadero de la j -ésima unidad experimental, sujeta al i -ésimo tratamiento (error experimental)
 $i = 1, \dots, t$;
 t = número de tratamientos.
 $j = 1, \dots, n$;
 n = número de repeticiones por tratamiento.

- **Distribución del experimento:**

REPETICIÓN 1	ED1	ED3	T	ED2
REPETICIÓN 2	ED2	T	ED3	ED1
REPETICIÓN 3	ED3	ED1	T	ED2

Figura 2. Distribución de los tratamientos y repeticiones del experimento instalado.

- **Análisis de Varianza:** Se utilizaron programas estadísticos (SAS, EXCEL) para el procesamiento de los datos respectivos (Tabla 3). Se empleó la prueba de tukey con un nivel de significancia del 5 % para determinar las diferencias entre tratamientos.

Tabla 3. Esquema de Análisis de Varianza (ANVA).

Fuentes de variación	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	de Cuadrados medios (CM)	Fc
Tratamientos	t - 1	SC(Trat)	$\frac{SC(Trat)}{gl(Trat)}$	$\frac{CM(Trat)}{CM(Error)}$
Repeticiones	b - 1	SC(repeticiones)	$\frac{SC(repeticiones)}{gl(Error)}$	
Error	(t - 1)(b - 1)	SC(Error)	$\frac{SC(Error)}{gl(Error)}$	
Total	tb - 1	SC(Total)		

C. Trabajo en campo

- **Origen del material vegetal**

Estacas de ramas laterales de la parte media de la copa de plantas de berenjena con una longitud de 20 cm y 0.5 cm a 1 cm de diámetro cultivadas en huertos familiares del caserío de Iglesiapampa, ubicado a una altitud de 2350 m, en el distrito y provincia de San Pablo.

- **Colección de estacas**

Se seleccionaron estacas de berenjena, las cuales fueron empacadas en papel periódico húmedo e identificadas respectivamente, protegidas con bolsas de polietileno transparente, con la finalidad de evitar su deshidratación; las cuales fueron colectadas el mismo día de la instalación del experimento.

D. Trabajo en invernadero:

- **Preparación del AIB**

En un frasco de plástico de gaseosa reciclado, debidamente desinfectado con alcohol al 96 %, se preparó la solución de AIB con alcohol al 96 % ($1\text{ppm} = 1\text{mg/l}^{-1}$), según cada tratamiento (500ppm, 1000 ppm y 2000 ppm) en cuenta luego se sumergió los 2.5 cm de las partes basales de las estacas durante 5 minutos.

- **Desinfección de herramientas (tijeras, cuchillas, otros)**

Se hizo con alcohol etílico al 96 % antes y después de cada corte realizado.

- **Preparación de las estacas**

Se hizo en el invernadero. El corte superior de las estacas se lo hizo en forma de bisel, luego se eliminaron las hojas para evitar la transpiración.

- **Desinfección de las estacas**

Se realizó con Benlate ($1\text{ g l}^{-1}\text{ H}_2\text{O}$). Se preparó una solución en un balde conteniendo 25 litros de agua al cual se incorporó 25 g de Benlate; en donde se ubicaron las estacas por un tiempo de 20 minutos.

- **Tratamiento hormonal**

Se sumergieron los 2 centímetros basales de las estacas en la solución por 5 minutos.

- **Desinfección de sustrato**

Se lo hizo con calor, hirviendo la arena fina, por un lapso de 30 minutos.

- **Sustrato de enraizamiento**

Para el enraizamiento se utilizó la arena fina procedente del río Yaminchad.

- **Plantación**

Se procedió a introducir las estacas a los maceteros de plásticos a una profundidad de 2.5 cm, y colocadas en forma ligeramente inclinada y presionado ligeramente con la arena.

- **Cuidado durante la propagación**

Se regó con un aspersor manual según el requerimiento, también se monitoreó los problemas sanitarios.

- **Monitoreo y control**

La humedad y temperatura se registró con la ayuda de un termo higrómetro colocado dentro cada 5 días. La temperatura y Humedad relativa promedio registrada en los 60 días que duro el experimento fue 14.97 °C y 80.21 % respectivamente.

- **Evaluaciones**

Las evaluaciones se realizaron en dos etapas: la primera a los días 30 días de instalado el experimento y la segunda a los sesenta días, tomando tres estacas de cada tratamiento, tomando en cuenta las siguientes variables:

- **Número de raíces adventicias por estaca:** las estacas se retiraron cuidadosamente del macetero, luego se lavó con agua para luego comenzar el conteo de las raíces, tomándose en cuenta solo las raíces que tuvieron origen en la base de la estaca.
- **Longitud promedio de las raíces por estaca:** se midió la longitud de cada una de las raíces emitidas de la base de la estaca, y no de sus ramificaciones que haya sufrido, para luego obtener el promedio por estaca evaluada.
- **Número promedio de brotes emitidos:** el conteo fue directo verificando el número de brotes emitidos por cada estaca, los cuales finalmente fueron promediados para cada tratamiento.
- **Longitud promedio de brotes emitidos:** se midió la longitud de cada brote emitido, para luego obtener el promedio por estaca evaluada, en el caso de estacas con más de un brote.
- **Porcentaje de estacas brotadas y enraizadas:** el conteo fue directo verificando el número de estacas que tienen brotes también tengan al menos una raíz. Luego la cantidad obtenida se expresó en porcentaje.
- **Porcentaje de estacas sin reacción (Vivas pero que no enraizaran).** Se realizó el conteo directo considerando para esta variable estacas verdes, turgentes, sin embargo que no tengas brotes, tampoco raíces; luego, se calculó el porcentaje.

- **Porcentaje de estacas muertas:** el conteo fue directo verificando el número de estacas que se hayan deshidratado completamente, para luego expresarlo en porcentaje.
- **Porcentaje de estacas con presencia o ausencia de callo** se lo realizó con la ayuda de una lupa, verificando estaca por estaca dicha cualidad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Número de raíces adventicias por estaca:

- **A los 30 días:** la evaluación se realizó el 12 de mayo del 2015, sin embargo no se observó ninguna raíz en todas las estacas de los tratamientos observados por lo que no se incluyen los análisis posteriores.
- **A los 60 días:** la evaluación se hizo el 13 de junio del 2015, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4. *Análisis de Varianza para el número promedio de raíces por estaca, obtenidos a los sesenta días (segunda evaluación)*

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	433.5083667	144.5027889	409.87	<.0001 **
Repeticiones	2	0.5394667	0.2697333	0.77	0.5059ns
Error	6	2.1153333	0.3525556		
Total correcto	11	436.163166			

**estadísticamente significativo.

ns: no significativo.

CV: 6.65 %

Al establecer el análisis de varianza para el número promedio de raíces adventicias por estaca no se encontró diferencias estadísticas para las repeticiones lo cual nos indica existió homogeneidad del material vegetal y sustrato de enraizamiento; es decir, que estas dos variables se han comportado igual para todos los tratamientos, mientras que los tratamientos se diferenciaron al 5 % de probabilidad. Entonces podemos decir que existe influencia de las dosis de AIB aplicadas en cada uno de los tratamientos, en el número de raíces adventicias, por tanto para determinar cuál de los tratamientos es el mejor aplicaremos la prueba de Tukey. El coeficiente de variabilidad de 6.65 %, implica que no se ha tenido mucha dispersión o variación de los datos.

Tabla 5. Prueba de Tukey para el número promedio de raíces por estaca, obtenidos a los 60 días.

Agrupamiento Tukey	Media	REP	TRATAMIENTO
A	18.23	3	ED2
B	8.98	3	ED3
C	6.90	3	ED1
D	1.59	3	TESTIGO

Los resultados de la tabla 5, demuestran que el tratamiento ED2 (1000 ppm), con una media de 18.23 raíces, ocupa el primer lugar y es diferente estadísticamente a los tratamientos ED3 (8.98 raíces), ED1 (6.90 raíces) y testigo (1.59 raíces). Asimismo el tratamiento ED3 (2000ppm), se ubica en el segundo lugar superando al tratamiento ED1 (500ppm) el cual se ubica en el tercer lugar y supera al testigo control.

4.2 Longitud promedio de las raíces por estaca:

- **A los 30 días:** la evaluación se realizó el 12 de mayo del 2015, sin embargo no se observó ninguna raíz en las estacas de los tratamientos observados.
- **A los 60 días:** la evaluación se efectuó el 13 de junio del 2015, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6. Análisis de Varianza para la longitud promedio las raíces por estaca a los 60 días.

Suma de	Cuadrado de
---------	-------------

Fuente	GL	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	174.0931667	58.0310556	3519.40	<.0001**
Repeticiones	2	0.0554667	0.0277333	1.68	0.2631ns
Error	6	0.0989333	0.0164889		
Total correcto	11	174.2475667			

**estadísticamente significativo.

CV: 1.83 %

ns: no significativo

Al establecer el Análisis de Varianza para la longitud promedio de raíces por estaca no se encontró diferencias estadísticas para repeticiones lo cual nos indica que hemos tenido homogeneidad entre el material vegetal y el sustrato de enraizamiento; es decir que estas dos componentes se han comportado igual para todos los tratamientos, sin embargo los tratamientos se diferenciaron al 5 % de probabilidad. Entonces podemos decir que existe influencia de las dosis de AIB aplicadas en cada uno de los tratamientos, en la longitud de raíces, por tanto para determinar el mejor tratamiento aplicaremos la prueba de Tukey. También se puede observar un coeficiente de variabilidad de 1.83 %, lo cual nos indica que no ha habido mucha dispersión de resultados y que los datos son confiables.

Tabla 7. Prueba de Tukey para la longitud promedio de raíces por estaca, obtenidos en la segunda evaluación.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO
A	12.11	3	ED2
B	7.95	3	ED3
C	6.46	3	ED1
D	1.46	3	TESTIGO

Los resultados de la tabla 7, muestran que el tratamiento ED2 (1000 ppm), con una media de 12.11 cm, ocupa el primer lugar y es diferente estadísticamente a los tratamientos ED3 (7.95 cm), ED1 (6.46 cm) y testigo (1.46 cm). Asimismo el tratamiento ED3 (2000ppm), se ubica en el segundo lugar superando al tratamiento ED1 de 500 ppm (el cual se ubica en el tercer lugar) y al testigo control.

Todos los tratamientos(dosis de AIB) aplicados en el experimento son diferentes estadísticamente al testigo, superándolo en todos los casos; lo cual, concuerda con lo indicado por Hernández (1992) quien afirma que el uso de hormonas en el enraizamiento de estacas de solanáceas, genera un rápido crecimiento de numerosas raíces cortas y gruesas, lo cual no sucede con el testigo del experimento utilizado como control; pues, según la tablas de comparativas de tukey muestra un promedio menor tanto en número de raíces; así como, en la longitud de las mismas. Este patrón de respuesta ha sido encontrado en gran cantidad de otras especies.

De la tablas 5 y 7 se observa que el mejor resultado para el número de raíces así como, para la longitud promedio de las mismas es obtenido con dosis de 1000ppm (ED2), lo cual difiere con lo indicado por Alvarado (1994), quien en su experimento de enraizamiento de estacas de berenjena reporta como el mejor resultado la dosis de 3000ppm, esto seguramente influenciado por las diferentes condiciones que tuvo en su experimento pues lo realizo en un país tropical (Honduras), cuyas condiciones del ambiente son diferentes a las del Perú; asimismo García et al. (2000), menciona en su trabajo de propagación de tomate de cascara que la mayor longitud de las raíces se obtuvo con una concentración de 1500ppm, seguido tratamientos de 3000ppm, 4500 ppm y 10 000ppm; también, afirma que el testigo de su experimento fue el que menos respuesta tuvo, lo cual concuerda con los resultados obtenidos. De los resultados se puede deducir que a medida que aumenta la concentración de AIB, a partir de los 1000ppm, la respuesta va disminuyendo.

4.3 Número promedio de brotes emitidos:

- **A los 30 días:** la evaluación se hizo el 12 de mayo del 2015, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8. *Análisis de Varianza para número promedio de brotes emitidos por estaca a los 30 días.*

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
--------	----	-------------------	----------------------	---------	--------

Tratamientos	3	0.25000000	0.08333333	4.00	0.0701	ns
Repeticiones	2	0.04166667	0.02083333	1.00	0.4219	ns
Error	6	0.12500000	0.02083333			
Total correcto	11	0.41666667				

Ns: no significativo CV: 15.75 %

- **A los 60 días:** la evaluación se efectuó el 13 de junio del 2015, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 9. *Análisis de Varianza para número promedio de brotes emitidos por estaca a los 60 días*

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	3	1.04713333	0.34904444	3.25	0.1019ns
Repeticiones	2	0.11481667	0.05740833	0.54	0.6112ns
Error	6	0.64371667	0.10728611		
Total correcto	11	1.80566667			

Ns: no significativo CV: 21.64 %

Al establecer el Análisis de Varianza para número de brotes promedio emitidos por estaca, obtenido a los 30 y 60 días, se determina que al igual que para las pruebas anteriores se ha tenido homogeneidad de material vegetal y sustrato de enraizamiento; asimismo se observa que no hay diferencias entre los tratamientos (dosis de AIB) aplicados, por tanto ya no se procede a realizar la prueba de tukey. El coeficiente de variación que nos arroja el análisis de varianza (15.75% y 21.64 %), seguramente influenciado por la ausencia de con raíces al momento de la evaluación, por tanto la formación de brotes observados es solamente una respuesta número de yemas activas con las que conto la estaca al momento de la instalación del experimento y no a la que es influenciada por la iniciación de raíces.

4.4 Longitud promedio de los brotes emitidos:

- **A los 30 días:** la evaluación se realizó el 12 de mayo del 2015, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 10. *Análisis de Varianza para longitud promedio de brotes por estaca, a los 30 días.*

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	3	0.82126667	0.27375556	1.91	0.2289ns
Repeticiones	2	0.13265000	0.06632500	0.46	0.6501ns
Error	6	0.85928333	0.14321389		
Total	11	1.81320000			

Ns: no significativo

CV: 15.83 %

Al establecer el Análisis de Varianza para longitud de brotes promedio emitidos por estaca, obtenido a los 30 días se determina que no hay diferencias estadísticas entre la longitud de brotes emitidos influenciados por los tratamientos de dosis de AIB aplicados, esto se debe a que todavía las estacas no presentan raíces, las cuales influyen directamente en el crecimiento de brotes; por tanto, ya no se procede a realizar la prueba de tukey

- **A los 60 días:** la evaluación se efectuó el 13 de junio del 2015, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 11. *Análisis de Varianza para longitud de brotes promedio emitidos, obtenido a los 60 días.*

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	3	6.19909167	2.06636389	57.51	<.0001**

Repeticiones	2	0.17721667	0.08860833	2.47	0.1653 ns
Error	6	0.21558333	0.03593056		
Total correcto	11	6.59189167			

**estadísticamente significativo.

CV: 6.49 %

ns: no significativo

Los resultados de la tabla 11, muestran diferencias estadísticas para los tratamientos; por tanto se pasara a realizar la prueba de tukey para determinar cuál de los tratamientos es el mejor.

Tabla 12. Prueba de Tukey para la longitud promedio de brotes emitidos por estaca, a los 60 días.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO
A	4.13	3	ED2
B	2.71	3	ED3
B	2.61	3	ED1
B	2.23	3	TESTIGO

Los resultados de la tabla 12, muestran que el tratamiento ED2 (1000 ppm), con una media de 4.13 cm, ocupa el primer lugar y es diferente estadísticamente a los tratamientos ED3 (2.71 cm), ED1 (2.61 cm) y testigo (2.23 cm). Asimismo tratamientos ED3 y ED1, superan al testigo control; sin embargo no son diferentes estadísticamente.

La arena como medio de enraizamiento que ha dado buenos resultados con otras especies, tal es el caso de *Cordia alliodora* (Leakey 1990; Mesen 2008), *Gmelina arborea* (Mesen 2008), lo cual se comprueba pues en este experimento pues se tuvo buenos resultados en longitud y numero de raíces.

La utilización de hormona para enraizamiento es el compuesto eficaz para estimular la división celular y generación de raíces adventicias de muchas especies, emigran a través de los tejidos vegetales desde los extremos de las ramas hacia las raíces. Estimulan el crecimiento de las células, después provocan la división, de ese modo contribuyen al

aparecimiento de nuevos brotes. Lo cual se cumple al observar los resultados obtenidos del experimento, pues la aplicación de hormonas género que los resultados sean mayores al testigo control tanto en el número y longitud de raíces, asimismo en longitud de los tallos. Del experimento se puede afirmar que el AIB, tiene un efecto secundario en la formación y crecimiento de brotes en las estacas pues el objetivo principal del el uso de hormonas es estimular la formación de raíces; sin embargo, al estimular y generar raíces estas a su vez estimulan la formación de nuevos brotes y también su crecimiento de los mismos, tal como sucede con el tratamiento de ED2 (1000 ppm), en el cual se observó mayor cantidad de raíces , las cuales es estimularon el mayor longitud de los brotes emitidos de las estacas según tabla 12.

4.5 Porcentaje de estacas brotadas y enraizadas.

- **A los 30 días:** al realizar la evaluación no se encontró ninguna estaca con esa condición, por tanto ya no se realizó análisis posteriores.
- **A los 60 días:** la evaluación se efectuó el 13 de junio del 2015, obteniendo los siguientes resultados:

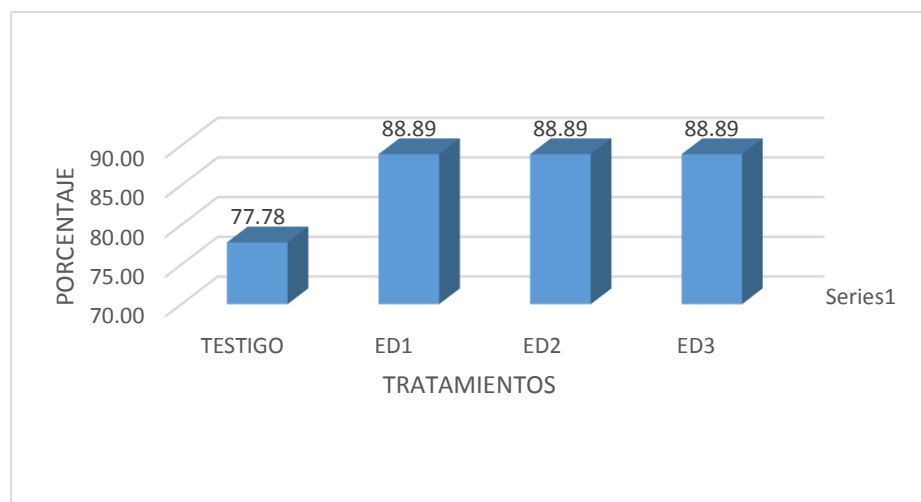


Figura 3. *Porcentaje de estacas brotadas y enraizadas a los sesenta días.*

De la figura 3 se observa que los tratamientos con AIB, presentan una respuesta semejante (88.89 %); superando al testigo del experimento (77.78 %), lo cual indica que la aplicación de AIB, influye en el enraizamiento y brotamiento de estas de berenjena.

Este factor evaluado nos permite observar la iniciación de raíces está directamente relacionado con el desarrollo de brotes y viciversa, ahí la importancia de que estos órganos fundamentales para poder producir una planta con un buen potencial para la producción; en este caso se observa que existe un alto porcentaje de estacas brotadas y enraizadas.

Existen factores que favorecen al desarrollo en longitud de las raíces en las estacas como la presencia de carbohidratos como fuente de energías necesarias para la producción de nuevos productos metabólicos como el almidón (Puri y Khara 1992). Según Haissig (1986), el nivel total de carbohidratos en las estacas está más relacionado con el desarrollo de raíces que con el inicio de enraizamiento. En consecuencia, posiblemente la cantidad total de carbohidratos activos habrían sido más disponibles en las estacas que sobrevivieron y formaron raíces y al mismo tiempo brotes.

4.6 Porcentaje de estacas sin respuesta (Vivas pero que no enraizaran): esta condición solo se observó en testigo control del experimento a los 30 días con un porcentaje 33.33 %, por tanto ya no se hizo pruebas posteriores, pues los demás tratamientos no mostraron resultados. El resultado muestra que las hormonas tienen un efecto directo en la iniciación y formación de raíces ya que todos tratamientos del experimento no presentaron esta característica.

4.7 Porcentaje de estacas muertas:

- **A los 30 días:** los resultados encontrados se pasaron a porcentaje, obteniendo lo siguiente:

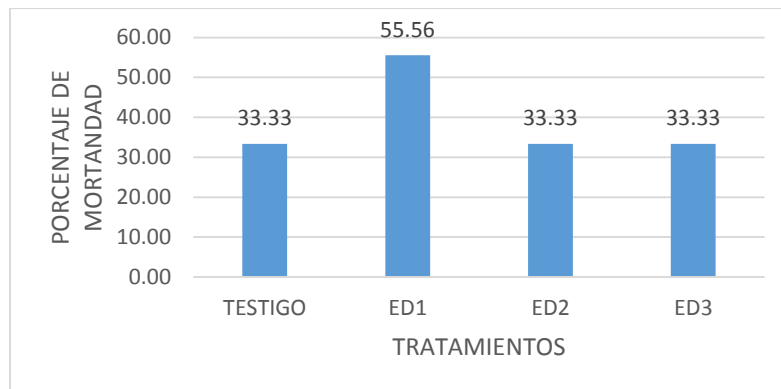


Figura 4. *Porcentaje de estacas muertas por tratamiento, evaluado a los 30 días después de instalado el experimento.*

De la figura 4, se observa que en el tratamiento ED1 con un 55.56 %, se ha obtenido un mayor porcentaje de estacas muertas; asimismo el testigo y los tratamientos ED2 y ED3 se encuentran igualados en porcentaje de mortandad (33.33 %).

Cabe mencionar, que los principales síntomas previos a la muerte de las estacas de berenjena fueron estrés de la estaca, seguido de la pudrición de la base de la estaquilla con olor desagradable, siendo de apariencia húmeda y de color oscuro necrosado con un progresivo avance por la parte lateral del tallo de la estaquilla; es posible que el origen de estas afecciones sea la acumulación de excesos de agua y falta de oxígeno alrededor de la base de la estaca, causando la muerte de los tejidos.

- **A los 60 días:** la evaluación se efectuó el 13 de junio del 2015, obteniendo los siguientes resultados:

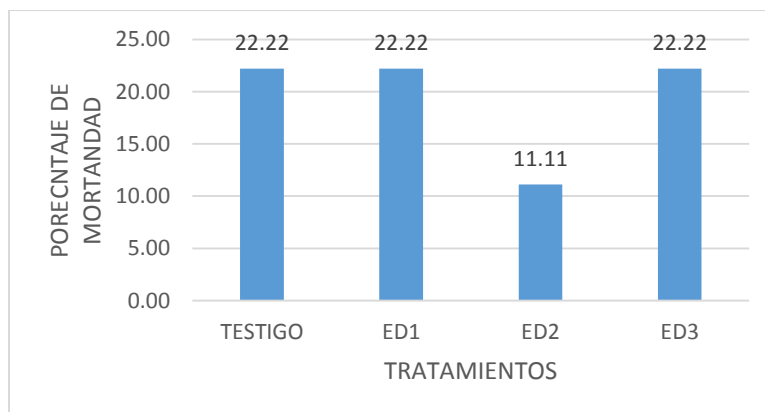


Figura 5. *Porcentaje de estacas muertas por tratamiento, evaluado a los 60 días después de instalado el experimento.*

De la figura 5, se observa que en el tratamiento ED2 con 11.11 %, se ha tenido el menor porcentaje de mortandad, el cual supera a los demás tratamientos y el testigo los cuales reportan el 22.22 % de mortandad.

El porcentaje de mortandad mostrado por los diferentes tratamientos incluido el testigo, indica que el material vegetal evaluado no tuvo buena adaptación a las condiciones de enraizamiento, en especial los tratamientos con la presencia de hormona, afectando este factor considerablemente la evaluación de otros factores a evaluar.

Al respecto, Hernández (1992) afirma que la aplicación de hormonas de enraizamiento sirve para estimular la división celular y la iniciación de raíces. Sin embargo, la respuesta a la hormona depende ampliamente de la variedad, de la concentración y del tiempo de aplicación. Por tanto se recomienda realizar nuevos ensayos con los diferentes cultivares de la zona para así poder determinar cuál es el que mejor responde a los tratamientos.

Ruiz (2009), sustenta que en algunas especies el sistema radicular no es abundante para suministrar las necesidades de sustancias nutricionales, como efectuar los procesos fisiológicos de la fotosíntesis y respiración, pues esto podría provocar que las sustancias de reserva de la estaca sean utilizadas para la formación de nuevos brotes y no de raíces, provocando la muerte de la estaquilla, lo que sucedió en algunas estacas de berenjena, pues formaron tallos sin embargo al no generar raíces estas murieron. Loach (1988) señala que el efecto más inmediato es el estrés hídrico en las estacas pues esto produce el cierre de los estomas, lo que a su vez restringe la fotosíntesis y la producción consecuente de los carbohidratos, el crecimiento y la división celular y la traslocación de metabolitos en a los primordios radicales en desarrollo, reduciendo el

suministro de cofactores los cuales afectan la formación de raíces produciendo la muerte en las estacas.

4.8 Porcentaje de estacas de presencia y ausencia de callo

- **A los 30 días:** no se observaron estacas con presencia de callo:
- **A los 60 días:** la evaluación se efectuó el 13 de junio del 2015, obteniendo los siguientes resultados:

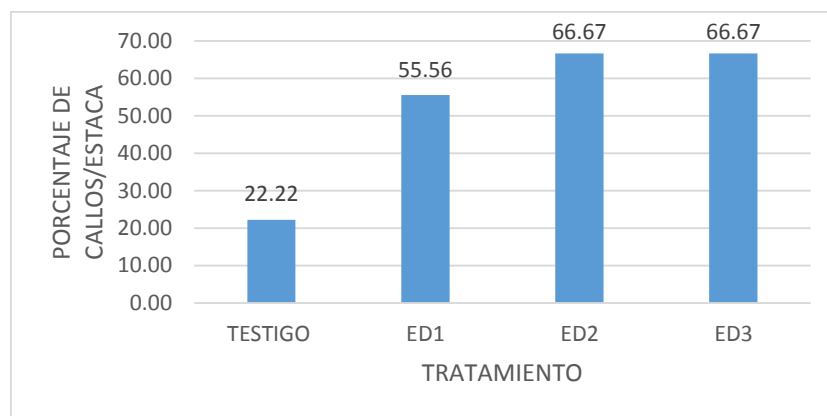


Figura 5. *Porcentaje de estacas con presencia de callo observado en la segunda evaluación*

De la figura 5 se determina que los tratamientos ED2 (66.67 %) Y ED3 (66.67 %) superan al tratamiento ED1 y al testigo. En conclusión se puede decir que la aplicación de AIB, influye directamente en la formación de callos, pues todos los tratamientos superan al testigo control. Al parecer la formación del callo es un indicador fisiológico que anticipa el enraizamiento de acuerdo la figura 5 los tratamientos ED2 y ED1 obtuvieron un mayor porcentaje de callos, y también llegaron a formar la mayor cantidad de raíces (ver tabla 5)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- Los resultados del experimento realizado determinaron que la dosis de AIB que tuvo un mayor efecto en el enraizamiento de estacas de berenjena fue la de 1000 ppm (ED2) pues al comparar la medias con los tratamiento de 500 ppm (ED1) y 2000 ppm (ED3) y el testigo, este superó y fue estadísticamente diferente.
- La aplicación de AIB en el enraizamiento de estacas de berenjena influye directamente; pues de acuerdo a los resultados obtenidos en número y longitud de raíces, tallos, callos, todos los tratamientos superaron estadísticamente al testigo o control al cual no se le aplico dosis de AIB.
- Se estableció que con el tratamiento de 1000 ppm de AIB (ED2), se logra los máximos valores de porcentaje de sobrevivencia (88.89 %), número de raíces (18.23), longitud promedio de raíces (12.1cm), longitud promedio de brote (4.13 cm), porcentaje de callos (66.67 %) en estacas de berenjena, frente al resto de dosis y testigo experimentadas.

- Económicamente con la dosis de 1000 ppm (ED2), es más rentable, por tener mejores resultados que la dosis de 2000 ppm (ED3), con el cual tendríamos que invertir el doble para comprar AIB, lo cual genera mayor gasto.
- Se recomienda realizar experimentos más minuciosos incluyendo otros ecotipos de berenjena, que confirmen y amplíen la información reportada en esta investigación para generar aportes al cultivo. Asimismo realizar nuevos experimentos utilizando otros sustratos de enraizamiento y condiciones ambientales; asimismo, probando diferentes concentraciones y presentaciones de AIB a las analizadas en este estudio para aclarar la dosis óptima.

CAPÍTULO VI

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Agronet. 2009. Estudios Biológicos y Epidemiológicos de la Antracnosis del Tomate de Árbol y Generación de Alternativas para su Manejo Integrado en Colombia. (En línea). Consultado el 20 de Agosto del 2015. Disponible en:

http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112710366_Estudios%20epidemiologicos%20antracnosis%20tomate%20de%20arbol.pdf

Aldana, M. 2010. La multiplicación por estaca o enraizamiento de ramilla: una alternativa para la reproducción asexual o vegetativa del cultivo de cacao. Programa MIDAS de USAID. Colombia. 56 p.

Albornoz, G. 2002. Producción natural. Sustancias y Drogas Extraídas de las plantas. Universidad central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 616 p.

Alvarado, ED. 1994. Estudios en la propagación sexual y asexual del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt.). Tesis ingeniero agrónomo. El zamorano – Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 48p.

Amaya, JE y Julca, JL. 2006. Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt.), gobierno regional de la libertad, Trujillo- Perú. 8p.

Apraes, JJ; Romo, JF y Lagos, TC. 2011. Regeneración de plantas de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* cav. Sendt.) mediante organogénesis inducida a partir de callos. Revista de Ciencias Agrícolas. 29(2): 110-117.

Armendariz, R. 2003. Comportamiento agronómico de cultivo de tomate de árbol en distintos suelos del callejón inter andino, Boletín divulgativo No 498. Pp. 8, 9.

- Arriaga, V. 1994. "Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas". México. Editorial Universidad Autónoma de México. p 67-8
- Azcón, BJ y Talón, M. 2008. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Interamericana-McGraw-Hill. Madrid, España. pp. 369-461.
- Baraona, M y Sancho, E. 1992. Fruticultura especial. San José Costa Rica. EUNED. 119 p.
- Bohs, L. 1988. Ethnobotany of the genus *Cyphomandra* (Solanaceae). *Economic Bot.* 43 (2): 143-163.
- Calvo, L. 2009. "Cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*)", San José, Costa Rica, Boletín técnico, 1(8), p. 3 – 5.
- Chacón, R; Flores, D; Alvarado, L; Schindt, A y Alvarado C. 2013. Cultivo in vitro del tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt. (Fenotipo naranja) proveniente de Costa Rica. Revista VI Encuentro de Investigación 2014. Numero 1:46-55.
- Díaz, E. 1991. Técnicas de enraizamiento de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. y *Gmerella arbórea* L. Tesis Magister Scientiae. Costa Rica. CATIE.
- Espinoza, JA; Trillos, O; Hoyos, RA; Afanador, L y Correa, G. 2005. Potencial de propagación in vitro para el tomate de árbol Partenocárpico *Cyphomandra betacea* Cav. (Sendt). Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín. 58(1): 2685-2695.
- García, H y García, M. 2001."Manejo cosecha y post-cosecha de mora, y tomate de árbol". 1 ed. Bogotá, Colombia. CORPOICA. p 89-97.
- García, L; García, R; Medina, C. Lobo, M. 2002. Variabilidad Morfológica cuantitativa en una colección de tomate de árbol. En: IV Seminario Nacional de Frutales de clima frío moderado. Medellín, Colombia. p. 49-54.
- García, D; Jiménez, JW; Peña, A. y Rodríguez, JE. 2001. "Propagación vegetativa de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) mediante enraizamiento de esquejes". Revista Agricultura técnica en México. 27(1). p 27-33.
- Grijalva, J. 2004. "Fruticultura: Cultivo de tomate de árbol". Programa de Fruticultura. INIAP- COSUDE Sangolquí.
- Hartmann, H y Kester, D. 1995. Propagación de plantas: Principios y prácticas. Trad. Ing. Agr. AM Ambrosio. 4ed. México. Continental. 125p
- Haissig, BE. 1986. Metabilic processes in adventitious rooting of cuttings. In: Jackson, MB. New root formation in cuttings. Dodrech. NE. Martines Nijhoff, p. 141 – 189.
- Hernández, E. 1992. Estructura y composición química del tubérculo de papa. Curso Internacional de papa, Pamplona, Colombia, FEDEPAPA. 73 – 79p
- Hopkins, WG; Hüner, NPA. 2008. Introduction to Plant Physiology (en ingles). 528 páginas. Wiley
- INIAP- MAGAP. 2008. Guía Técnica de Cultivos. Tomate de Árbol Ficha. Manual N.- 73. Quito, Ecuador. pp. 1-9.

- Leakey, R. 1990. Propagación vegetativa de especies forestales. In Manual sobre Mejoramiento genético. CATIE, Turrialba. Costa Rica. p 113 -120.
- León, J. 2002. Estudio pomológico de cinco cultivares de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav*) en dos estados de cosecha y tres períodos de almacenamiento. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. pp. 100
- León, J; Viteri, P y Cevallos, G. 2003. Informe Técnico Final. Proyecto IQ CV 008: Generación y Difusión de Alternativas tecnológicas para mejorar la productividad de Tomate de árbol y Babaco en la sierra ecuatoriana. INIAP- PROMSA. Quito, Ecuador. 138p
- León, J; Viteri, P y Cevallos, G. 2004. Manual del cultivo de Tomate de árbol. Quito, Ecuador. INIAP- PROMSA. Quito, Ecuador. P. 2-44
- Loach, K. 1988. Water relations and adventitious rooting. In Adevntitious root formation in cuttings. Ed. By T.D. Davis; B.E. Haissig; N.B. Sankhla. Portland, Or. EE.UU., Disocorides Press.102-116 p.
- Lucas, K; Maggi, J y Yagual, M. 2010. Creación de una Empresa de Producción y Exportación de Tomate de Árbol en el Área de Sangolquí, Provincia de Pichincha. Tesis Economista. Guayaquil. Ecuador. Escuela Politécnica del Litoral, ESPOL. 100p.
- Mesen, F. 2008. Curso: “Bases Técnicas Para la Propagación Vegetativa de Árboles Tropicales Mediante Enraizamiento de Estaquillas”. Pucallpa –Perú.
- Müller, J. 2000. “Indole-3-butyric acid in plant growth and development”. Plant Growth Regulation (en inglés) 32 (2-3): 219-230
- Mostacero, J; Mejía, F y Gamarra, O. 2009. Fanerógamas del Perú, Taxonomía, Utilidad y Ecogeografía. Trujillo, Perú. CONCYTEC. p 786.
- Murillo, O; Badilla, Y; Rojas, F y Villalobos, M. 2013. Optimización de la tecnología de propagación vegetativa in vivo y plantación de teca y pilón. Instituto Tecnológico de Costa Rica, informe final de prácticas. Instituto tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. 160p.
- Parra, D. 2010, “Producción limpia cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el departamento del Huila”, 1ed. Neiva, Colombia, p. 5- 14.
- Patiño, RVM. 2002. Historia y dispersión de los frutales nativos del Neotrópico. Publicación CIAT: No. 326. Cali, Colombia. 655 pp.
- Pohanish, RP. 2015. «Indole-3-butyric acid». Sittig's Handbook of Pesticides and Agricultural Chemicals (en inglés), 2da edición. Oxford: Elsevier. p. 493.
- Prohens, A; Rodriguez, A; y Nuez, F. 2004. Breeding Andean solanaceae fruit crops for adaptation to subtropical climates. Acta Hort N° 662.
- Puri, S; Khara, A. 1992. Influency of maturity and physiological status of woody cutting: limits and promises to ensure successful cloning. Indian Forester (India). 118(8):560-572.
- Revelo, J; Pérez, E y Maila, M. 2007. Manual ecológico del tomate de árbol en Ecuador, Manual N° 65, Quito. 88p.

Reyes, R. y Sanabria, OL. 1993. Tomate de árbol, *Cyphomandra betaceae* (Cav) Sendtn. Etnobotanica N°2. Septiembre. 10 Nov 2008.

Román, A. 2005. Tomate de Árbol (*Solanum betacea* Cav.). Método fácil para su cultivo y comercialización. Ecuador. 69p.

Ruiz, S. 2009. Efecto de cuatro dosis de ácido indolbutírico y tres tipos de estacas en el enraizamiento de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en San Martín. Tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Selva. 30- 75pg.

Sagñay, M. 2010. "Estudio comparativo del potencial Nutritivos de dos variedades de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) deshidratado microondas a tres potencias", Tesis previo al título de Bioquímico Farmacéutico Riobamba – Ecuador. 60p.

Tafur, R. 2006. Propuesta frutícola para Colombia y su impacto en la actividad económica, nacional, regional y departamental, Memorias Primer Congreso Colombiano de Horticultura. Bogotá, Colombia. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. p47- 68.

Tapia, ME y Fries, AM. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos, Tomate de árbol o sachatomate, 1 ed. FAO y ANPE. Lima. 222p.

Zolman, BK; Martínez, N; Millius, A; Adam, AR y Bartel, B. 2008. Identification and characterization of Arabidopsis indole-3-butyric acid response mutants defective in novel peroxisomal enzymes. Genetics (en inglés) 180 (1): 237–251

ANEXO

Anexo 1: Panel fotográfico:



Figura 1. *Colección de arena del Río Yaminchad (izquierda), desinfección de la arena con la aplicación de calor (derecha).*



Figura 2. *Aplicación de los tratamientos de dosis de AIB (izquierda), aireación de estacas de berenjena tratadas para evaporar el alcohol (derecha).*



Figura 3. *Instalación con su distribución del experimento con Diseño Completamente al Azar.*



Figura 4. *Evaluación del experimento a la segunda evaluación realizada el 13 de junio del 2015*



Figura 5. Evaluación del testigo o control del experimento a los 60 días.



Figura 6. Evaluación del tratamiento ED1 (500 ppm) a los 60 días.



Figura 7. Evaluación del tratamiento ED2 (1000 ppm) a los 60 días.



Figura 8. *Evaluación del tratamiento ED3 a los 60 días.*

Anexo 2: datos de las evaluaciones realizadas:

Tabla 1. Datos de la evaluación realizada el 12 de mayo del 2015.

Trat.	N raíces/estaca			N de brotes/ estaca			longitud brotes/estaca			estacas vivas sin reaccion			N estacas muertas	N estacas/ callo
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3		
T1	0	0	0	MUERTA	1	0	MUERTA	2.1	0	M	0	1	1	0
	0	0	0	1	MUERTA	1	2.4	MUERTA	2.2	0	M	0	1	0
	0	0	0	0	1	MUERTA	0	2	MUERTA	1	0	M	1	0
T2	0	0	0	1	MUERTA	1	2.3	MUERTA	1.9	0	M	0	1	0
	0	0	0	MUERTA	1	MUERTA	MUERTA	2.1	MUERTA	M	0	M	2	0
	0	0	0	MUERTA	MUERTA	1	MUERTA	MUERTA	1.9	M	M	0	2	0
T3	0	0	0	1	1	MUERTA	3.1	2.1	MUERTA	0	0	MUERTA	1	0
	0	0	0	1	MUERTA	1	3	MUERTA	2.1	0	MUERTA	0	1	0
	0	0	0	MUERTA	1	1	3	1.9	2.6	MUERTA	0	0	1	0
T4	0	0	0	1	MUERTA	1	2.1	MUERTA	3.1	0	MUERTA	0	1	0
	0	0	0	1	1	MUERTA	2.6	3	MUERTA	0	0	MUERTA	1	0
	0	0	0	MUERTA	1	1	MUERTA	2.8	3.1	MUERTA	0	0	1	0

Tabla 2. Datos de la evaluación realizada el 13 de junio del 2015.

	N raíces/estaca			longitud de raíz mayor			N de brotes/ estaca			est. brotadas y enraizadas			longitud brotes/estaca			est. vivas sin reaccion			estacas muertas	N estacas/ callo
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1, R2 y R3	
T1	muerta	1	2	muerta	1.6	1.5	muerta	1	2	muerta	1	1	muerta	4	3.1	0	0	0	1	1
	1	3	1	1.3	2	1	1	2	1	1	1	1	3	3.1	2.1	0	0	0	0	1
	3	1	muerta	1.5	1	muerta	1	1	muerta	1	1	muerta	2.7	3.2	muerta	0	0	0	1	0
T2	muerta	9	7	muerta	8	5	muerta	1	1	muerta	1	1	muerta	3	2.5	0	0	0	1	2
	2	6	10	10	4	3	2	2	1	1	1	1	2.9	1.5	2.8	0	0	0	0	1
	6	muerta	6	3	muerta	1.6	2	muerta	1	1	muerta	1	3	muerta	2.6	0	0	0	1	2
T3	20	21	muerta	13	10	muerta	2	2	muerta	1	1	muerta	3.5	3.2	muerta	0	0	0	1	2
	18	17	16	10	10	15	2	2	2	1	1	1	4	3.5	3.6	0	0	0	0	2
	19	19	13	13	13	10	2	2	2	1	1	1	3.6	3.3	3.5	0	0	0	0	2
T4	10	muerta	6	10	muerta	8	2	muerta	1	1	muerta	1	2.5	muerta	2.7	0	0	0	1	2
	8	8	8	8	7	2	1	1	1	1	1	1	2.5	2.5	2.4	0	0	0	0	2
	10	9	muerta	6	8	muerta	1	2	muerta	1	1	muerta	2.3	2.6	muerta	0	0	0	1	2

Tabla 3. Datos Humedad relativa y temperaturas registradas durante el desarrollo del experimento.

N	Fecha	HR Promedio/día(%)	T(°C)	promedio	
				HR/mes	T/mes
1	12/04/2015	82	12.00	80	13.63
2	17/04/2015	80	13		
3	22/04/2015	80	15		
4	27/04/2015	78	14.5		
5	02/05/2015	76	14	79.67	14.93
6	07/05/2015	79	13.8		
7	12/05/2015	78	15		
8	17/05/2015	79	15.3		
9	22/05/2015	84	15.6		
10	27/05/2015	82	15.9		
11	01/06/2015	81	16	81.25	16.38
12	06/06/2015	80	16.5		
13	10/06/2015	81	16.3		
14	13/06/2015	83	16.7		
PROMEDIO		80.21	14.97	80.31	14.98

