

**Evaluación de enraizamiento de esquejes de
clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) variedad
Bouzeron utilizando tres sustratos y tres
concentraciones de auxinas**

Kevyn Giuseppe Barrios Tucubal

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación de enraizamiento de esquejes de
clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) variedad
Bouzeron utilizando tres sustratos y tres
concentraciones de auxinas**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al de título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Kevyn Giuseppe Barrios Tucubal

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2017

Evaluación de enraizamiento de esquejes de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) variedad Bouzeron utilizando tres sustratos y tres concentraciones de auxinas

Kevyn Giuseppe Barrios Tucubal

Resumen. El objetivo del estudio fue evaluar sustratos Peatfoam, Peatmoss y arena con las soluciones enraizadoras de auxinas ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenacético (NAA) para la inducción de raíces en esquejes de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.). Se utilizó la variedad Bouzeron para el experimento que duró 35 días durante mayo y junio de 2017. Los tratamientos fueron Peatfoam + IBA, Peatfoam + NAA, Peatfoam + IBA + NAA, Peatmoss + IBA, Peatmoss + NAA, Peatmoss + IBA + NAA, Arena + IBA, Arena + NAA y Arena + IBA + NAA con concentraciones de 2000 mg/Kg IBA, 2000 mg/Kg NAA y combinación de 1500 mg/Kg IBA + 400 mg/Kg NAA. Se evaluaron las variables: longitud de las raíces, número de nudos, peso seco de la raíz, porcentaje de enraizamiento a los 35 días y porcentaje de sobrevivencia a los 15 días después del trasplante. Se utilizó un diseño bloques completamente al azar. El Peatfoam+IBA+NAA tuvo mayor crecimiento radicular con 5.56 cm en los esquejes, las soluciones de IBA, IBA+NAA y NAA con la arena fueron los tratamientos con más peso seco de raíz, además no tuvieron diferencia significativa entre sí con peso seco de 0.19 g. El Peatmoss + IBA presentó el mejor crecimiento longitudinal del esquejes con siete nudos. El porcentaje de enraizamiento fue mayor al 90% en los sustratos Peatfoam y Peatmoss con las soluciones enraizadoras. El porcentaje de sobrevivencia a los 15 días fue de 100% en la mayoría de los tratamientos excepto en la Arena + NAA donde tuvo porcentajes bajos de 89%. El tratamiento con mayor crecimiento radicular fue Peatfoam con ácido indolbutírico+ácido naftalénacético.

Palabras clave: Calidad raíz, concentración hormonas, peatmoss, peatfoam.

Abstract. The objective of the study was to evaluate the substrates peatfoam, peatmoss and sand with the rooting solutions of auxins indolbutyric acid (IBA) and naphthaleneacetic acid (NAA) for the induction of roots in carnation cuttings (*Dianthus caryophyllus* L.). The variety Bouzeron was used for the experiment that lasted 35 days during May and June of 2017. The treatments were Peatfoam + IBA, Peatfoam + NAA, Peatfoam + IBA + NAA, Peatmoss + IBA, Peatmoss + NAA, Peatmoss + IBA + NAA, Sand + IBA, Sand + NAA and Sand + IBA + NAA combinations were made with concentrations of 2000 mg/Kg IBA, 2000 mg/Kg NAA and 1500 mg/Kg IBA + 400 mg/Kg NAA. The following variables were evaluated: root length, number of knots, root dry weight, rooting percentage at 35 days and percentage of survival at 15 days after transplanting. A completely randomized block design was used. The Peatfoam + IBA + NAA had higher root growth with 5.56 cm in cuttings, the solutions of IBA, IBA + NAA and NAA with sand were the treatments with more dry weight, in addition they did not have significant difference between them with dry weight of 0.19 g. The Peatmoss + IBA was the best longitudinal growth of cuttings with seven knots. The rooting percentage was, greater than 90% in the Peatfoam and Peatmoss substrates with rooting solutions. The percentage of survival at 15 days was 100% in most treatments except in the Arena + NAA, it had low percentages of 89%. The treatment with the greatest root growth was Peatfoam with indolbutyric acid + naphthaleneacetic acid.

Key words: Concentration hormones, peatmoss, peatfoam, quality root.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIÓN	9
5. RECOMENDACIONES	10
6. LITERATURA CITADA.....	11
7. ANEXOS	13

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Combinación de auxinas ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenacético (NAA) con los sustratos en el enraizamiento de clavel variedad Bouzeron.....	5
2. Volumen necesario para la elaboración de las soluciones de auxinas ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenácetico NAA en el enraizamiento de clavel variedad Bouzeron.....	5
3. Efecto de los sustratos Peatfoam, Peatmoss y Arena en combinación con ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenácetico (NAA) en el enraizamiento de clavel variedad Bouzeron.....	7
4. Porcentaje de enraizamiento y sobrevivencia de los sustratos Peatfoam, Peatmoss y Arena en combinación con ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenácetico (NAA) para el enraizamiento de clavel variedad Bouzeron.....	8

Anexos	Página
1. Humedad relativa dentro del invernadero durante los días de enraizamiento de los esquejes de clavel, del 13 de Mayo al 18 de Junio del 2017.....	13
2. Temperatura dentro del invernadero durante los días de enraizamiento de los esquejes de clavel, del 13 de Mayo al 18 de Junio del 2017.....	13

1. INTRODUCCIÓN

La producción de plantas ornamentales ha tenido un gran auge en los últimos años especialmente las flores de corte, la tendencia en la producción de ramos ha aumentado debido a que las flores se han convertido en una forma habitual de decorar hogares y eventos, especialmente en días festivos como el día de la madre, San Valentín y el día de los muertos (Portafolio 2011).

Los mayores exportadores de flores en el mundo son Holanda y Colombia. En el mundo el comercio de las flores supera los US\$100,000 millones al año, los principales consumidores son Alemania (22%), Estados Unidos (15%), Francia (10%) Reino Unido (10%), Holanda (9%), Japón (6%), Suiza (5%) e Italia (5%). La producción de clavel es una de las más grandes en la industria, es una de las flores más producidas y vendidas junto con la rosa y el crisantemo (Procomer 2015). En Centroamérica los principales productores de flores son Costa Rica con US\$154 millones y Guatemala con US\$95.3 millones en el 2015. Los norteamericanos gastan alrededor de US\$ 600 millones en flores, el 70% de las exportaciones de Guatemala de flores se concentra en Estados Unidos y el resto se comercializa en Centroamérica (AGEXPORT 2016).

El mayor productor de clavel en el mundo es Colombia que representa una participación en el mercado mundial durante el 2010 del 53%, Kenya con 20% y Holanda el 17%, en un mercado que supera los 600 millones de dólares. Colombia produce diversas variedades de claveles multicolores, representando para el país el 12% de la producción de flores. Japón se ha convertido en una ventana de mercado, en el 2010 importando con 199 millones de tallos (Portafolio 2011).

El clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) es una de las flores con gran valor económico en el mundo, perteneciente a la familia Caryophyllaceae es una planta herbácea perenne con hojas opuestas con flores perfectas solitarias que son terminales en el tallo, cada planta produce de siete a nueve flores de calidad por año con un rendimiento promedio de 180 tallos florales por metro cuadrado, en la industria existen diversas variedades de múltiples colores de interés comercial y tanto la producción como la exportación son de importancia para muchos países (Hilverda Kooij 2010).

El ciclo de producción del clavel es de dos años, normalmente se siembra 20 plantas/m² con un rendimiento superior a un millón y medio de tallos florales por hectárea al año. Es una planta de clima templado, sensible a temperaturas superiores a 25 °C y debajo 8 °C, resistente a heladas por su origen mediterráneo pero afecta en el crecimiento y la calidad de

los tallos y flores, la temperatura óptima para la producción es entre 20 a 25 °C durante el día y 8 a 14 °C durante la noche (Valponi 1998).

La humedad relativa para el desarrollo oscila entre el 60-80%, requiere de suelos con profundidad de 30 a 40 cm, pH de 6.5 a 7 y salinidad inferior a 3 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Las enfermedades más importantes en el cultivo son *Botrytis* (*Botrytis cinerea*) y *Heterosporium* (*Heterosporium echinuletumi*), dentro de las plagas más importantes está el Thrips (*Thrips sp.*) y la araña roja (*Tetranychus urticae*) (Gobierno de Chile 2007).

El clavel es un cultivo con varias etapas de producción dentro de las cuales está la propagación asexual con esquejes que provienen de plantas madres de donde extraen todo el material vegetal para la propagación. La propagación de clavel es una de las etapas de cultivo más delicadas, el éxito de la inducción de raíces en los esquejes está determinado por la calidad de los sustratos y tipo, concentración de auxinas a las que se exponen los esquejes (Hilverda Kooij 2010).

Los sustratos que se usan comúnmente son de origen distinto al suelo, este puede ser natural, sintético u orgánico, está constituido por partículas sólidas y espacios libres denominados poros que varían de tamaño según el tipo de sustrato. En el enraizamiento de especies ornamentales la característica física principal de los sustratos es la capacidad de dar soporte al esqueje, además de proveer agua y espacio poroso al sistema radicular durante su desarrollo (Gallardo 2000).

El Peatfoam es una espuma agrícola estéril y homogénea para la propagación de plantas, con celdas abiertas para el desarrollo radicular ilimitado con equilibrio de agua y aire en especies ornamentales, forestales y hortalizas, es una estructura compacta que protege las raíces desde sus etapas tempranas hasta el momento del trasplante, tiene una retención de humedad del 76%, espacio poroso del 96%, agua fácilmente disponible del 42% y un pH de 5.6 a 6.5 (Tecnofen S.A. 2011).

El Peatmoss es uno de los sustratos orgánicos más usados en la producción de planta para trasplante, es un musgo del género *Sphagnum* es un material orgánico compacto fosilizado y considerado como no renovable, tiene una retención de humedad del 48%, aireación del 20%, tiene un pH de 5.5 a 6.0. Es un sustrato utilizado para la multiplicación vegetal por semilla y por esquejes (Orellana 2005).

La arena es una de la más utilizada como sustratos, no contiene elementos nocivos tales como sales ó arcillas. La arena de río es de las más empleados como sustratos en el enraizamiento, tiene una porosidad de 40% y con pH superior a 6.5 (Orellana 2005).

Las auxinas son reguladores promotores de crecimiento, que en pequeñas cantidades fomentan el crecimiento del cambium, al inicio del crecimiento de las regiones meristemáticas la auxina hace que las células se dividan formando callo, esto promueve el crecimiento de las raíces secundarias (Ramírez 2009). Se emplean comercialmente para inducción de raíces, las más utilizadas son el ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenacético (NAA) (Cossio 2013).

La propagación de esquejes de clavel se ha realizado con varios tipos de sustratos con buena retención de humedad. Se ha mejorado en la porosidad para mejorar la calidad de las raíces y el uso de auxinas promotoras que influyen la división y el crecimiento y diferenciación celular. Las auxinas recomendadas para el clavel son el ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenacético (NAA) en concentraciones que van de 1,000 hasta 4,000 mg/Kg (Jordán 2006).

Debido a la necesidad de saber que soluciones enraizadoras son ideales para producir un pilón con las características de calidad deseadas, con la formación de raíces bien estructuradas, crecimiento equilibrado en la base del esqueje y con una altura de pilón entre 12 y 15 cm.

El objetivo de esta investigación fue:

- Evaluar sustratos y soluciones enraizadoras para la inducción de raíces en esquejes de clavel.

2. METODOLOGÍA

Localización del estudio.

El estudio se realizó en los meses de Mayo a Junio del 2017 en la Unidad de Ornamentales y Propagación de plantas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. El experimento se desarrolló dentro del invernadero de vidrio tipo A, con una temperatura promedio de 28 °C y una humedad relativa promedio de 85%. Para la reproducción asexual de las plantas de clavel se utilizó la metodología de la empresa Plantaciones Daniela S.A ubicada en Guatemala.

Material vegetal.

Los esquejes utilizados en la investigación son de plantas madres importados desde Guatemala, las características de selección fueron las siguientes: altura de cuatro pulgadas con cuatro pares de hojas desarrolladas y un quinto par de hojas en desarrollo. La variedad utilizada para la investigación fue la variedad Bouzeron de color rojo de la casa comercial Hilverda Kooij, la variedad tiene velocidad media de crecimiento de seis meses para la producción de flores desde el momento del trasplante, sus tallos son moderadamente largos con una longitud de 35-40 cm de largo, cada planta puede producir de ocho a nueve flores de calidad por año con una vida de anaquel de hasta tres semanas.

Tratamientos.

Para la inducción raíces se usaron hormonas de enraizamiento ácido indobutírico (IBA) a una concentración de 2,000 mg/Kg, ácido naftalenácetico (NAA) a una concentración de 2,000 mg/Kg y una combinación de ambas de 1,500 mg/Kg de IBA y 400 de NAA, en conjunto con tres sustratos peatfoam, peatmoss y arena (Cuadro 1).

Soluciones enraizadoras.

Se prepararon las soluciones con los productos IBA al 98% y NAA 3.5 SL diluidos en agua destilada. El producto IBA es en polvo por lo que se hizo una predilución de un gramo en 100 mL de alcohol isopropílico al 99%. Para la preparación de las soluciones se usaron las cantidades de hormona y de agua destilada (Cuadro 2).

Cuadro 1. Combinación de auxinas ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenacético (NAA) con los sustratos en el enraizamiento de clavel variedad Bouzeron.

Tratamientos	Sustratos
2000 mg/Kg IBA	Peatfoam
2000 mg/Kg NAA	Peatfoam
1500 mg/Kg IBA + 400 mg/Kg NAA	Peatfoam
2000 mg/Kg IBA	Peatmoss
2000 mg/Kg NAA	Peatmoss
1500 mg/Kg IBA + 400 mg/Kg NAA	Peatmoss
2000 mg/Kg IBA	Arena
2000 mg/Kg NAA	Arena
1500 mg/Kg IBA + 400 mg/Kg NAA	Arena

Cuadro 2. Volumen necesario para la elaboración de las soluciones de auxinas ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenacético (NAA) en el enraizamiento de clavel variedad Bouzeron.

Solución	IBA (mL)[¥]	NAA (mL)[£]	Agua destilada (mL)
2,000 mg/Kg IBA	51.00	0.00	199.00
2,000 mg/Kg NAA	0.00	14.28	235.72
1,500 mg/Kg IBA + 400 mg/Kg NAA	38.26	2.85	208.89

¥Solución a 9,800 mg/Kg de ácido indolbutírico

£Solución a 35,000 mg/Kg de ácido naftalenacético

Siembra.

Para la investigación se utilizaron bandejas de seis celdas polietileno con celdas de 6×5×8 cm para los sustratos sueltos Peatmoss y arena, para el peatfoam se utilizó bandejas con celdas individuales ya que las esponjas tienen la dimensión de 2×2×3.5 cm. Una semana previo a la siembra se desinfectaron los contenedores con hipoclorito de calcio al 68% a 200 mg/Kg.

Se llenaron los contenedores con peat moss y arena al día posterior de la desinfección, a continuación se colocaron bajo la nebulización automática para que se humedezcan. Al peatfoam por ser una esponja se sumergió en agua por dos minutos para saturar los poros. Por último se lavó la arena con Propamocarb y Fosetil aluminio a una dosis de 2 mL/L para eliminación de hongos.

La aplicación de la hormona se hizo sumergiendo un centímetro de la base de los esquejes en un recipiente con la solución y exponiéndolos durante dos minutos. Posterior a la aplicación de las hormonas se sembraron los esquejes, se colocó un centímetro de la base del esqueje dentro del sustrato para el desarrollo de la raíz en esta fracción del esqueje (Bolaños 2009).

Riego.

Durante los 35 días del experimento se regó con un sistema automatizado de nebulizadores, cada día se aplicó aproximadamente una lámina de agua promedio de nueve milímetros. Los microaspersores son de tipo nebulización, estos por alta presión que produce una gota fina de alrededor de 55 μm (Jain Irrigation Company 2014), esta simula una neblina dentro del invernadero. Los microaspersores tienen una descarga de alrededor de un litro por minuto y cubre un diámetro de un metro, mojando un área de 0.78 m^2 . La frecuencia de riego fueron periodos de activos de 12 segundos cada seis minutos de ocho de la mañana a cuatro de la tarde.

Trasplante.

A los 35 días después de la siembra, se trasplantaron siete esquejes por cada unidad experimental en el invernadero de la unidad de producción de plántulas para determinar el porcentaje de sobrevivencia a los 15 días postrasplante, se usaron macetas individuales de diez pulgadas de diámetro y un sustrato con 50% de suelo, 25% de arena y 25% de cascarilla de arroz, las unidades experimentales se colocaron el mismo orden que en el invernadero de vidrio.

Variables evaluadas.

Al finalizar el enraizamiento al día 35 después de la siembra se determinó el porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento de cada unidad experimental, se contó el número de esquejes enraizados y no enraizados, se hizo una relación proporcional para determinar el porcentaje. Se tomaron diez unidades observacionales de cada unidad experimental para hacer las mediciones, a cada esqueje se le midió la longitud de raíz, para lo cual se eliminó todo el sustrato del pilón agitándolo en agua. También a cada esqueje se le contó el número de nudos para determinar el crecimiento durante el enraizamiento.

Para tomar la variable de peso seco de raíces se colocaron las raíces de cada unidad experimental en un horno durante dos días a 100 °C. Al inicio se tomó el peso fresco de cada unidad colocando de las raíces en una bolsa de manila identificada con el tratamiento y repetición, al finalizar se tomó el peso seco individual de cada raíz para poder determinar el incremento en biomasa de cada tratamiento. A los 15 después de realizar el trasplante en las macetas se determinó el porcentaje de sobrevivencia.

Diseño experimental y análisis estadístico.

Se usó un diseño en bloques completamente al azar, se evaluaron nueve tratamientos (tres concentraciones de hormonas y tres sustratos de enraizamiento) con cuatro repeticiones, el experimento constó de 36 unidades experimentales 24 unidades observacionales por unidad. Para el análisis estadístico se usó el programa “Statistical Analysis System” (SAS[®] 9.4). Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias con prueba Duncan, exigiendo un nivel de significancia ($P \leq 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Longitud de raíz, peso seco de raíz, peso húmedo y número de nudos.

Los resultados del experimento demuestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos, para todas las variables medidas (Cuadro 3). Se observa que para la variable largo de raíz, los tratamientos Peatfoam+NAA y Peatfoam+IBA+NAA tuvieron mayor crecimiento radicular en los esquejes.

Para la variable peso seco de raíz se observa que los tratamientos Arena+IBA a 2,000 mg/Kg y Arena+IBA a 1,500 mg/Kg+NAA a 400 mg/Kg son las combinaciones que tuvieron mayor peso seco de raíz, por lo que el crecimiento de biomasa fue superior a los demás tratamientos, también que el crecimiento longitudinal de la planta en número de nudos fue mayor con el tratamiento Peatmoss+IBA a 2,000 mg/Kg (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de los sustratos Peatfoam, Peatmoss y Arena en combinación con ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenácetico NAA en el enraizamiento de clavel variedad Bouzeron.

Tratamiento	Largo de raíz (cm)	Peso seco de raíz (g)	Número de nudos
Peatfoam+2000 mg/Kg IBA	5.03 ab	0.13 bc	6.77 cd
Peatfoam+2000 mg/Kg NAA	5.52 a	0.15 b	6.02 e
Peatfoam+1500 mg/Kg IBA+400 mg/Kg NAA	5.56 a	0.14 bc	6.75 cd
Peatmoss+2000 mg/Kg IBA	5.31 ab	0.10 cd	7.80 a
Peatmoss+2000 mg/Kg NAA	4.30 bc	0.11 c	6.62 d
Peatmoss+1500 mg/Kg IBA+400 mg/Kg NAA	4.85 b	0.10 cd	7.25 b
Arena+2000 mg/Kg IBA	4.78 b	0.19 a	7.35 b
Arena+2000 mg/Kg NAA	4.02 c	0.19 a	6.37 d
Arena+1500 mg/Kg IBA+400 mg/Kg NAA	4.53 bc	0.19 a	7.07 bc

abc: Medias en columnas con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05)

El porcentaje de enraizamiento en el experimento fue del 100%, en los tratamientos Peatfoam + IBA a 2,000 mg/Kg, Peatfoam + IBA a 1,500 mg/Kg + NAA a 400 mg/Kg, Peatmoss+IBA a 2,000 mg/Kg, Peatmoss + NAA a 2,000 mg/Kg fue del 100%, únicamente con la Arena + NAA a 2,000 mg/Kg el porcentaje de enraizamiento fue más bajo con un 73% de esquejes enraizados (Cuadro 4). También se observa que para la variable porcentaje de sobrevivencia en el tratamiento Peatfoam + NAA a 2,000 mg/Kg sobrevivió el 89%, el resto de tratamientos fue del 100% a los 15 días después de trasplante (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de enraizamiento y sobrevivencia de los sustratos Peatfoam, Peatmoss y Arena en combinación con ácido indolbutírico (IBA) y ácido naftalenácetico (NAA) en el enraizamiento de clavel variedad Bouzeron.

Tratamiento	Enraizamiento (%)	Sobrevivencia 15 días (%)
Peatfoam+2000 mg/Kg IBA	100 a	100 a
Peatfoam+2000 mg/Kg NAA	100 a	89 b
Peatfoam+1500 mg/Kg IBA+400 mg/Kg NAA	100 a	100 a
Peatmoss+2000 mg/Kg IBA	100 a	100 a
Peatmoss+2000 mg/Kg NAA	100 a	100 a
Peatmoss+1500 mg/Kg IBA+400 mg/Kg NAA	98 a	100 a
Arena+2000 mg/Kg IBA	92 b	100 a
Arena+2000 mg/Kg NAA	73 c	100 a
Arena+1500 mg/Kg IBA+400 mg/Kg NAA	93 b	100 a

abc: Medias en columnas con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.05$)

En estudios realizados en clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) donde se evaluó la calidad de la raíz con hormonas y variedades de clavel, los resultados al igual que en la investigación el ácido indolbutírico a 2,500 mg/Kg fue la solución que tuvo mayor crecimiento radicular con 3.98 cm en la variedad Nelson, comparado con esta evaluación donde se obtuvo un largo de raíz promedio de 5.04 cm a una concentración de 2,000 mg/Kg en los sustratos evaluados, el experimento también muestra un porcentaje de enraizamiento alto (>90%) (Obando 2010).

En la variable número de nudos que representó el crecimiento longitudinal del esqueje durante el periodo de enraizamiento, en estudios realizados en clavel, se observa que obtuvo un mayor crecimiento de la planta con una concentración de ácido naftalenácetico de 4,000 mg/Kg logrando una longitud promedio de 13 cm de alto, seguido de una solución de 2,500 mg/Kg de ácido indolbutírico y 750 mg/Kg de ácido naftalenácetico con una longitud promedio de 12.9 cm, al contrario con los resultado en el Cuadro 3, donde la hormona con más crecimiento es el IBA con un promedio de nudos de siete seguido de la combinación de ácido indolbutírico y ácido naftalenácetico con un promedio de siete nudos por esqueje (Sango 2013).

En estudios realizados con concentraciones de auxinas para el enraizamiento de Caña flecha (*Gynerium sagittatum*), donde observaron que no hay diferencia significativa para las concentraciones de hormonas con un crecimiento radicular promedio de 3.54 cm y que la mejor concentración de hormonas para mayor crecimiento de biomasa es la combinación de ácido indolbutírico y ácido naftalenácetico a una concentración de 400 mg/Kg de cada una, con un peso seco de la raíz de 1.79 g, en este estudio se muestra que para el peso de biomasa no existen diferencias entre las auxinas aplicadas (Hernández 2005).

4. CONCLUSIÓN

- El mejor tratamiento para enraizar los esquejes de clavel es el Peatfoam con ácido indolbutírico a 1,500 mg/Kg + ácido naftalénacetico a 400 mg/Kg.

5. RECOMENDACIONES

- Desarrollar un ensayo que incluya los costos para evaluar cuál de los sustratos y concentraciones de hormonas son más factibles para la propagación del clavel.
- Se recomienda evaluar concentraciones de ácido indolbutírico+ácido naftalenácetico usando únicamente Peatfoam para determinar si se puede desarrollar mejor calidad de raíces.
- Evaluar los sustratos y concentraciones de hormonas con más variedades de clavel, para determinar si se obtienen los mismos resultados.

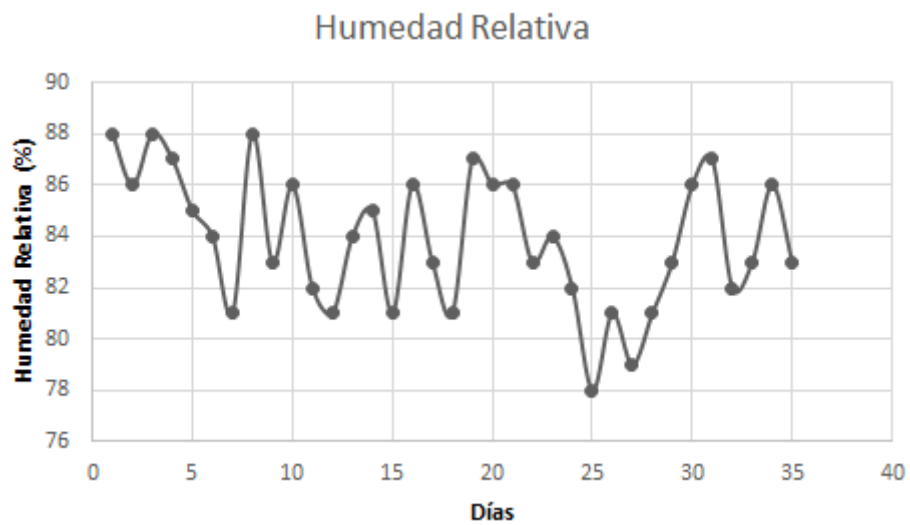
6. LITERATURA CITADA

- AGEXPORT (Asociación de Exportadores de Guatemala). 2016. Exportaciones de flores guatemaltecas [internet]. Guatemala: Comisión de plantas ornamentales, flores y follajes; [consultado 2017 jun 20]. <http://export.com.gt/exportador/info-export>
- Bolaños S. 2009. Evaluación de los ácidos indolbutírico y naftalenacético para el enraizamiento de *Tillandsia plagiotropica* Rohweder (Bromeliaceae) en cultivo *in vitro* [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de ciencias químicas y farmacia. 90 p.
- Cossio L. 2013. Reguladores de Crecimiento: Cátedra Fisiología Vegetal [Guía de estudio]. Argentina: Universidad en Corrientes, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. 29 p.
- Gallardo C. 2000. Sustratos para plantas, tipos y principales características [Ficha técnica]. Argentina: Universidad de Entre Ríos, Tratamiento integral de residuos sólidos. 15 p.
- Gobierno de Chile. 2007. Producción de flores cortadas: Manuales FIA de Apoyo a la Formación de Recursos Humanos [Manual técnico]. Santiago (Chile): Gobierno de Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 92 p.
- Hernández J. 2005. Influencia del ácido indolbutírico y ácido naftalenoacético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (*Gynerium sagittatum*) [Tesis]. Argentina: Universidad de Córdoba, Grupo de Investigación en Cultivos Tropicales. 9 p.
- Hilverda Kooij. 2010. Directivas de Cultivo de Claveles [internet]. Holanda: Hilverda Kooij plant technology; [consultado 2017 jul 15]. www.hilverdakooij.nl
- Jain Irrigation Company. 2014. Microaspersores [internet]. España: Naandanjain a irrigation Company; [consultado 2017 jun 10]. www.naandanjain.com
- Jordán M. 2006. Hormonas y reguladores del crecimiento auxinas, giberelinas y citocininas [Informe técnica]: La Serena (Chile): Universidad de La Serena. 28 p.
- Obando T. 2010. Evaluación de tres tipos de auxinas; ácido indolacético, ácido naftalenacético y ácido indolbutírico para el enraizamiento de esquejes en dos variedades de Clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. 101 p.

- Orellana G. 2005. Propiedades físicas de sustratos base de los sistemas agrícolas urbanos [Informe técnico]. Ciudad de la Habana (Cuba): Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, INIFAT. 6 p.
- Portafolio. 2011. Principal productor de claveles. Colombia: Portafolio; [consultado 2017 jul 10]. <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/colombia>
- Procomer. 2015. Importación de flores en Estados Unidos. Costa Rica: Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica; [consultado 2017 jun 29]. <http://procomer.com/es/noticias>
- Ramírez J. 2009. Dosis de ácido-3-indol butírico en el enraizamiento de estacas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en diferentes sustratos [Tesis]. Tarapoto (Perú): Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ciencias Agrarias. 96 p.
- Sango M. 2013. Evaluación de cuatro sustratos y dos hormonas de enraizamiento para tres variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) [Tesis]. Ecuador Cotopaxi: Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 103 p.
- Tecnofen S.A. 2011. Producción de plántulas de Clavel en Peatfoam [Boletín Técnico]. Colombia: Enraizamiento de Clavel, Tecnofen S.A; [consultado 2017 jun 20]. www.peatfoam.com
- Valponi C. 1998. Herbario MCNS: Caryophyllaceae [Aportes Botánicos]. Argentina: Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales. 51 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Humedad relativa dentro del invernadero durante los días de enraizamiento de los esquejes de clavel, del 13 de Mayo al 18 de Junio del 2017.



Anexo 2. Temperatura dentro del invernadero durante los días de enraizamiento de los esquejes de clavel, del 13 de Mayo al 18 de Junio del 2017.

