

EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE AUXINAS Y  
ESTIMULADORES RADICULARES EN ESQUEJES DE CLAVEL EN LA VARIEDAD A  
EN COLIBRI FLOWERS. S.A

CRISTIAN CAMILO GAONA CASTRO

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
EXTENSIÓN FACATATIVÁ  
FACATATIVÁ

2018

EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE AUXINAS Y  
ESTIMULADORES RADICULARES EN ESQUEJES DE CLAVEL EN LA VARIEDAD A  
EN COLIBRI FLOWERS. S.A

CRISTIAN CAMILO GAONA CASTRO

Trabajo de grado presentado para optar al  
título de ingeniero agrónomo

ERICK OSORIO OLEA  
Director trabajo de grado

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
EXTENSIÓN FACATATIVÁ  
FACATATIVÁ  
2018

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

ERICK OSORIO OLEA  
Director de proyecto

---

ABDUL JIMÉNEZ PULIDO  
Jurado

---

JENNY LILIANA GARCIA  
Jurado

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó en el cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus L*), localizado en la finca Corito, en el área de propagación de la compañía Colibri Flowers S.A. ubicada en la vereda Manablanca del municipio de Facatativá, a 4° 47' 43.224'' latitud al norte y 74° 21' 32.09'' longitud oeste, con altura de 2596 msnm. El objetivo era evaluar la eficacia de las diferentes auxinas y la relación de estimuladores radiculares basado en tres programas de aplicación rotacional de composición biológica y química en la variedad A durante la propagación de esqueje. El experimento fue una factorial en bloques completos al azar con tres repeticiones, durante la fase de enraizamiento que duro 5 semanas, para el hormonado se utilizaron tres concentraciones diferentes de auxinas IBA 1500 ppm, IBA + ANA 1200 / 400 ppm e IBA + ANA 1500 / 400 ppm en el caso de factor A y para el factor B se utilizaron estimuladores radiculares para el programa A convencional, biológico Agroflux y EM -1, diagnóstico Centurión y Gedeón. De los tratamientos planteados resalto aquellos que se usaron la combinación IBA + ANA en las variables longitud radicular, longitud del esqueje, peso de esqueje y peso radicular en fresco. Y para el caso del factor B el uso del programa biológico resalto el peso radicular en fresco del esqueje.

Palabras claves: Calidad raíz, combinación hormonas, Biológico, estimulador radicular

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	12
1. OBJETIVOS .....	14
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	14
2. JUSTIFICACIÓN .....	15
3. MARCO REFERENCIAL.....	16
3.1 MARCO GEOGRÁFICO .....	16
3.1.1 Área geográfica de impacto .....	16
4. MARCO CONCEPTUAL .....	16
4.1 MORFOLOGÍA .....	16
4.2 REQUERIMIENTO AGROCLIMÁTICOS .....	16
4.3 MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN .....	17
4.4 HORMONA .....	18
4.4.1 Hormona IBA.....	18
4.4.2 Hormona ANA.....	18
4.4.3 Combinacion IBA + ANA .....	18
4.5 ESTIMULADORES RADICULARES.....	19

4.5.1	Algas 500 .....	19
4.5.2	Raizal 400 .....	19
4.5.3	Rizogen .....	19
4.6	BIOLÓGICO .....	20
4.6.1	Agroplux .....	20
4.6.2	EM-1 .....	20
5.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	21
5.1	MATERIAL VEGETAL .....	21
5.2	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	21
5.3	TRATAMIENTOS .....	22
5.4	HIPÓTESIS .....	23
5.5	ENSARTE ESQUEJE .....	23
5.6	FACTOR A HORMONA .....	24
5.7	FACTOR B APLICACIÓN DRENCH .....	25
5.8	VARIABLES DE ESTUDIO .....	26
5.8.1	Porcentaje esquejes prendidos .....	26
5.8.2	Peso radicular en fresco .....	26
5.8.3	Peso radicular en seco .....	26

5.8.4	Longitud radicular.....	26
5.8.5	Longitud Esqueje .....	27
5.8.6	Peso del esqueje .....	27
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	28
6.1	PORCENTAJE ESQUEJES PRENDIDOS .....	28
6.2	PESO RADICULAR EN FRESCO .....	29
6.3	PESO RADICULAR EN SECO .....	30
6.4	LONGITUD RADICULAR.....	31
6.5	LONGITUD ESQUEJE .....	32
6.6	PESO DE ESQUEJE.....	33
6.7	ANÁLISIS DE VARIANZA .....	34
7.	CONCLUSIONES .....	37
8.	RECOMENDACIONES.....	39
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diseño experimental en campo .....	22
Figura 2 Ensarte de esqueje / distribución por parcela .....	24
Figura 3 Solución de hormona.....	24
Figura 4 Aplicación de la hormona sobre el material vegetal. ....	25
Figura 5 Distribución drench sobre la parcela .....	25

## LISTA GRAFICAS

Grafica 1 Porcentaje de prendimiento.....	28
Grafica 2 Peso radicular en fresco .....	29
Grafica 3 Peso radicular en seco .....	30
Grafica 4 Longitud radicular.....	31
Grafica 5 Longitud de esqueje .....	32
Grafica 6 Peso de esqueje .....	33

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tratamientos evaluados, hormona y estimulante radicular .....	22
Tabla 2 Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento .....	34
Tabla 3 Análisis de varianza de peso radicular en fresco .....	35
Tabla 4 Análisis de varianza de peso radicular en seco.....	35
Tabla 5 Análisis de varianza de longitud radicular.....	35
Tabla 6 Análisis de varianza de longitud esqueje .....	36
Tabla 7 Análisis de varianza de peso de esqueje .....	36

## GLOSARIO

- Esqueje** Tallo, rama o retoño de una planta que se injerta en otra o se introduce en la tierra para reproducir o multiplicar la planta
- Ensarte** Técnica que consiste en ser insertados o introducidos de manera vertical y superficial en un sustrato o medio de propagación los esquejes después de ser hormonados para obtener un adecuado prendimiento o desarrollo radicular.
- Desensarte** Técnica que consiste en cosechar los esquejes después de presentar o evidenciar un apropiado sistema radicular y de cumplir con el tiempo apropiado para la obtención de plántulas adecuadas para ser llevadas a campo.
- Drench:** Significa “Mojado” (idioma inglés) y es una técnica de fertilización que consiste en aplicar sobre la superficie del suelo, la mezcla de fertilizantes tradicionales disueltos en agua, es decir que, los fertilizantes a diferencia de la técnica FERDIN (que son inyectados), son colocados sobre el suelo, como si nada más se “mojara” el suelo y colocando la misma dosis de fertilizantes que la utilizada con FERDIN.

## INTRODUCCIÓN

Colombia, es el segundo mayor exportador de flores del mundo, después de Holanda, sus tallos llegan a 90 países y el 90% de ellos tienen acceso preferencial. A Estados Unidos, Canadá, la Unión Europea, la Comunidad Andina, Chile, Cuba, México y Mercosur las flores colombianas ingresan con 0 % de arancel. (Dinero, 2018).

En el caso del clavel es el segundo producto de mayor producción de nuestro país; para el mes de diciembre reflejó una participación del 19,3% del mercado total, presentó un aumento de 8,6% en valor y de 3,5% en volumen, para el año 2017 respecto al mismo mes del 2016. (Asocolflores, 2017).

La empresa Colibri Flowers, situada en la sabana de Bogotá desde 1987 ofrece cerca de 85 millones de tallos entre claveles estándar, claveles miniatura y rosas. Trabaja con un Sistema de Gestión Ambiental, basado en el estándar ISO 14001/04. De igual manera cumple con los requisitos de la certificación Global GAP, y con el Sistema de Gestión y Control de Seguridad certificado por BASC.

En la producción de clavel, el proceso de enraizamiento se considera importante para la obtención de plantas en sistemas a gran escala. Este proceso permite controlar las condiciones ambientales y la sanidad de material propagado, donde serán insertados los esquejes, con el fin de mantener homogéneo las variables agronómicas, como altura, peso, área foliar, producción de raíces entre otras.

Por la importancia de este proceso la presente investigación busca evaluar la eficacia de ácido indolbutírico (IBA) y el uso individual y en combinación con ácido 1-naftalenacético (ANA) al momento de la aplicación en el material vegetal, con el fin de mejorar el enraizamiento de esquejes, buen desarrollo foliar y adecuado tiempo para trasplantar las

plántulas a campo, a su vez asociar el uso de aplicaciones rotacionales de composición biológica y química para el manejo de enfermedades en el área de propagación, con ello obtener un incremento en la producción de plántulas.

# **1. OBJETIVOS**

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la concentración de las diferentes auxinas y su relación con estimulantes radiculares en tres programas de aplicación rotacional de composición biológica y química en la variedad A durante la propagación de esqueje.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Evaluar la auxina que induce raíces en esquejes de clavel.
- Comparar los efectos de los estimulantes radiculares en la inducción de raíces basado en el programa de aplicación.
- Analizar estadísticamente la relación del uso de la auxina con los estimulantes radiculares en la propagación del esqueje de clavel.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo pretende responder y aportar información a la compañía sobre el uso de ácido indol butírico (IBA) de manera individual y en combinación con ácido 1-naftalenacético (ANA) en diferente concentración en partes por millón (ppm) al momento de la aplicación y el uso en drench de estimuladores radiculares de composición biológica y química servirán como un complemento nutricional durante la fase de propagación en los esquejes de clavel; con el objetivo de obtener plántulas con características agronómicas adecuadas en altura, peso, área foliar, producción de raíces entre otras y esto con la finalidad de dar un uso racional de los diferentes productos, a su vez mejorar las estrategias para el plan de fertilización e inducción de raíces, por medio de la incorporación de nuevos productos al paquete de aplicación en la metodología de drench durante la fase de propagación del material vegetal.

### **3. MARCO REFERENCIAL**

#### **3.1 MARCO GEOGRÁFICO**

##### **3.1.1 Área geográfica de impacto**

El área geográfica específica en la cual se desarrolló el proyecto fue en el municipio de Facatativá (Cundinamarca) en la finca Corito en el área de propagación de la compañía Colibri Flowers S.A. ubicada a 4° 47' 43.224'' latitud al norte y 74° 21' 32.09'' longitud oeste, con altura de 2596 msnm.

### **4. MARCO CONCEPTUAL**

El clavel (*Dianthus caryophyllus*) es una planta herbácea, perenne y taxonómicamente pertenece a la familia de las Caryophyllaceas, es una planta ornamental que comprende alrededor de 250 especies (Casavilla, 2011), se relata que se originó en la cuenca del mediterráneo como planta silvestre y las constantes hibridaciones dieron origen a las variedades que conocemos en la actualidad (Taylor, Müller, & Zuñiga, s.f.).

#### **4.1 MORFOLOGÍA**

El clavel se caracteriza por presentar tallos de hasta 75 cm, sus hojas son lineales y opuestas (Lascarro, 2014), sus flores se caracterizan por ser inflorescencias de diversos colores que varían de verdes, purpuras, rojos, rosados e incluso bicolors (Casavilla, 2011), finalmente sus raíces se caracterizan por presentar un sistema radicular fibroso y ramificado alcanzando una longitud de hasta 30 cm de profundidad (Infoagro, s.f.).

#### **4.2 REQUERIMIENTO AGROCLIMÁTICOS**

El clavel al igual que todos los cultivos requieren de ciertas condiciones ambientales que favorecen su desarrollo, para *Dianthus caryophyllus* las temperaturas óptimas durante el día

deben estar entre los 15-21°C y temperaturas nocturnas entre los 10 a 12°C; si se presentan temperaturas por debajo de los 8°C y superiores a los 25°C se pueden llegar a generar problemas como un desarrollo lento en su crecimiento y una baja capacidad reproductiva (Infoagro, s.f.), aunque según lo expuesto por Hernández (s.f.) temperaturas inferiores a 6°C genera en la planta deformaciones tanto en la flor como en el cáliz y una considerable baja en la producción, adicionalmente, a una temperatura de 0°C se verán reflejados en el clavel con un daño total de botones florales y decoloración en los pétalos

La humedad relativa en invernadero debe oscilar entre los 60 y 70% para que el clavel tenga un buen funcionamiento a nivel metabólico, es decir, una buena apertura de estomas, con lo cual la transpiración y fotosíntesis se realizaran de forma normal (Hernandez, s.f.).

La luminosidad, al igual que los factores climáticos mencionados anteriormente es de suma importancia ya que influye de forma directa en la calidad, sanidad y productividad en este cultivo, una baja luminosidad se ve reflejado en la formación de brotaciones débiles, y retraso en el crecimiento (Hernandez, s.f.); por ende, la óptima intensidad lumínica para el clavel está en los 40000 lux (Infoagro, s.f.).

### **4.3 MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN**

Para el primer semestre del año 2017 las exportaciones en el sector floricultor aumento un 3,5% en volumen frente al mismo periodo comprendido entre enero y junio del 2016. Los principales países de exportación fueron Estados unidos con un aumento de US\$627 millones y Japón registrando un aumento de US\$27 millones.

## **4.4 HORMONA**

### **4.4.1 Hormona IBA**

El Ácido Indol Butírico (IBA) es un compuesto natural considerado como un regulador de crecimiento vegetal radicular el cual pertenece a la familia de las auxinas. Es usado como un estimulante radicular en hortalizas y ornamentales (Ecured, s.f.).

### **4.4.2 Hormona ANA**

El Ácido Naftalenacético (ANA) tiene un amplio uso dentro de la agricultura como un estimulador radicular en cultivos como hortalizas, ornamentales y árboles frutales, su función principal es aumentar la longitud de las raíces haciéndolas más fibrosas y fuertes (FERTICHEM, s.f.)

### **4.4.3 Combinacion IBA + ANA**

Según la Barrios Tucubal, en su investigación Evaluación de enraizamiento de esquejes de clavel (*Dianthus caryophyllus L.*) variedad Bouzeron utilizando tres sustratos y tres concentraciones de auxinas. Aquellos tratamientos donde se emplearon IBA + ANA resaltaron en una adecuada formación de sistema radicular en plántulas de esquejes de clavel (Barrios Tucubal, 2017).

Según Escamilla el uso en la combinación de los tres tipos de auxinas IBA + ANA + AIA (Ácido indolacético) a una dosis de 800 ppm se obtiene una mayor longitud final del esqueje y un menor número de esqueje sin raíz, sin embargo, la longitud de radicular es menor (Escamilla García, 2002)

## **4.5 ESTIMULADORES RADICULARES**

### **4.5.1 Algas 500**

Es un fertilizante orgánico-mineral compuesto por algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) y se complementa con elementos como Fosforo ( $P_2O_5$ ) y Nitrógeno (N) los cuales promueven el crecimiento y desarrollo vegetativo (raíces, tallos, hojas, flores y frutos). Es un fertilizante que se puede aplicar de forma foliar o directamente al suelo en forma de fertirriego y/o Drench (Agromundo, 2001-2018).

### **4.5.2 Raizal 400**

Es un fertilizante con la función de estimular el desarrollo radicular al igual que aportar nutrientes a plantas jóvenes ya sea para trasplante o siembra directa. Dentro de su composición aporta Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Magnesio, Azufre y un complejo hormonal. Se aplica por fertirriego o goteo (LifeScience).

### **4.5.3 Rizogen**

Es un bioactivador fisiológico orgánico que gracias a sus componentes (Peptinatos, sucratos y aminoácidos) favorece el equilibrio hormonal y energético de la planta. Rizogen al ser un estimulador radicular favorece al desarrollo de los pelos absorbentes, potencia la absorción y transporte de agua y nutrientes (Biogen, 2018).

## **4.6 BIOLÓGICO**

### **4.6.1 Agroplux**

Es un cultivo líquido de microorganismos compuesto de diversas especies de bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos, nativos de Colombia, es un cultivo producido mediante el proceso de fermentación el cual actúa en el suelo establece una relación simbiótica entre los microorganismos y el sistema radicular (Escudero y Hernandez, 2010).

### **4.6.2 EM-1**

Es un producto natural elaborado a base de microorganismos que ayudan en el proceso de descomposición natural de materia orgánica en el suelo; dentro de estos microorganismos se encuentran las bacterias ácido lácticas, las levaduras y bacterias fotosintéticas.

Estos microorganismos tienen la ventaja de ser benéficos y altamente eficientes, no son nocivos, ni fitopatógenos, ni genéticamente modificados (EM, s.f.).

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1 MATERIAL VEGETAL

El presente trabajo se realizó en plantas de clavel (*Dianthus caryophyllus L*), variedad A, cuyo origen del material vegetal utilizado fue tomado del área de plantas madre verificando las características fitosanitarias del esqueje y asegurando que pertenecían al mismo “flash” o edad de cosecha.

### 5.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó un experimento factorial en bloques completos al azar en donde el factor A, las hormonas estaban integradas por los niveles de tres concentraciones de auxinas, donde - A se usó ácido indolbutírico (IBA) concentración de ( 98%) a 1500 ppm con una dosis 1,5 gr/L;- B (IBA) a 1200 ppm con una dosis 1,22 gr/L y ácido 1-naftalenacético (ANA) concentración de (98%) a 400 ppm con una dosis 0,408 gr/L, y - C (IBA) a 1500 ppm con una dosis 1,5 gr / L y (ANA) a 400 ppm con una dosis 0,408 gr / L. Para el caso del factor B estimuladores radiculares donde -1 convencional Algas 500, Radifarm nf, Raizal 400, Ryzogen y Soludrench a una dosis de 1 cm<sup>3</sup> / L. -2 biológico Agroplux y EM -1 con una dosis de 32 cm<sup>3</sup> / L. y -3 diagnóstico Centurión y Gedeón a una dosis de 1 cm<sup>3</sup> / L.

El experimento constará de 27 parcelas experimentales, cada una compuesta por 500 unidades con una población total de 13.500 esquejes. Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza basado en 10 esquejes evaluados por parcela.

### 5.3 TRATAMIENTOS

Los tratamientos estuvieron conformados con la siguiente distribución.

Tabla 1 Tratamientos evaluados, hormona y estimulante radicular

Tratamiento	Hormona		Semana día	Estimulante radicular								
	Tipo	ppm		11			12			13		
				1	4	6	1	4	6	1	4	
T <sub>1</sub>	IBA	1500	Convencional									
T <sub>2</sub>	IBA + ANA	1200 / 400	Convencional	Ryzogen	Soludrench	Radifarm	Algas 500	Ryzogen	Raizal 400	Rizogen	Soludrench	
T <sub>3</sub>	IBA + ANA	1500 / 400	Convencional									
T <sub>4</sub>	IBA	1500	Biológico	Agroplux / EM -1								
T <sub>5</sub>	IBA + ANA	1200 / 400	Biológico									
T <sub>6</sub>	IBA + ANA	1500 / 400	Biológico									
T <sub>7</sub>	IBA	1500	diagnóstico	Centurión / Gedeón								
T <sub>8</sub>	IBA + ANA	1200 / 400	diagnóstico									
T <sub>9</sub>	IBA + ANA	1500 / 400	diagnóstico									

Fuente Gaona, 2018

El montaje en campo se organizó con la siguiente distribución (ver figura 1), donde la inicial de la letra en mayúscula corresponde al Factor A seleccionando el tipo de hormona y su concentración en ppm, seguido de un indicativo en numeral corresponde al factor B relacionado con el color morado programa convencional (1), verde biológico (2) y azul diagnóstico (3).

Figura 1 Diseño experimental en campo

DISEÑO EXPERIMENTAL				REPLICA			DISTRIBUCION EN CAMPO		
				I	II	III	REPLICA		
Factor A	Abr.	Hormona	Dosis (ppm)	1	A / 1	10	B / 2	19	C / 3
	A	IBA (Fungicida)	1500	2	B / 1	11	C / 2	20	A / 3
	B	IBA + ANA (Fungicida)	1200 / 400	3	C / 1	12	A / 2	21	B / 3
	C	IBA + ANA (Fungicida)	1500 / 400	4	A / 2	13	B / 3	22	C / 1
Factor B	Abr.	Programa		5	B / 2	14	C / 3	23	A / 1
	1	A Convencional		6	C / 2	15	A / 3	24	B / 1
	2	B Biológico		7	A / 3	16	B / 1	25	C / 2
	3	C Diagnóstico		8	B / 3	17	C / 1	26	A / 2
				9	C / 3	18	A / 1	27	B / 2
Esquejes	Ítem	Subtotal							
	Parcela	500							
	Bloque	1500							
	Replica	4500							
total	Banco	13500							

Fuente Gaona, 2018

## 5.4 HIPÓTESIS

*Tipo de hormona*

$\mu_c$  = Promedio de IBA (1500)

$\mu_s$  = Promedio de IBA + ANA (1200/400)

$\mu_n$  = Promedio de IBA + ANA (1500/400)

*Estimulador radicular*

$\mu_q$  = Promedio de Convencional

$\mu_a$  = Promedio de Biológico

$\mu_i$  = Promedio de Diagnóstico

Plantemiento

*Tipo de hormona*

$H_0$  :  $\mu_c = \mu_s = \mu_n$

$H_1$  : poblaciones del factor A no es igual a las otras

*Estimulador radicular*

$H_0$  :  $\mu_q = \mu_a = \mu_i$

$H_1$  : poblaciones del factor B no es igual a las otras

*Interacción*

$H_0$  : No existe interacción entre estimulador radicular el tipo de hormona

$H_1$  : Si existe interacción entre estimulador radicular el tipo de hormona

## 5.5 ENSARTE ESQUEJE

El ensarte del material se llevó a cabo posterior a las 24 horas del hormonado. En el banco de propagación conformado con sustrato Cascarilla de arroz quemada 85%. El número de esquejes por parcela fue de 500 unidades.

Figura 2 Ensarte de esqueje / distribución por parcela



Fuente Gaona, 2018

## 5.6 FACTOR A HORMONA

La preparación de la hormona se utilizó una solución de alcohol etílico con una dosis de 20 ml / L agua destilada, para permitir su correcta dilución. Se aforo el volumen restante con agua destilada. Para las tres auxinas se les Agrego el fungicida Prevalor de ingrediente activo Fosetyl 310 g/L con una dosis 1 ml / L solución hormona.

Figura 3 Solución de hormona



Fuente Gaona, 2018

Posterior a la preparación se aplicó por medio de aspersor manual sobre el material vegetal, con un primer pase dosis de 250 ml de solución de hormona (ver figura 4) y pasado un tiempo de 20 minutos el segundo pase con el mismo volumen de solución por canastilla.

Figura 4 Aplicación de la hormona sobre el material vegetal.



Fuente Gaona, 2018

## **5.7 FACTOR B APLICACIÓN DRENCH**

La solución para el factor B se utilizó una regadera donde manualmente se regaba por parcela una cantidad de 2 litros, distribuido de manera homogénea (ver figura 5).

Figura 5 Distribucion drench sobre la parcela



Fuente Gaona, 2018

## **5.8 VARIABLES DE ESTUDIO**

### **5.8.1 Porcentaje esquejes prendidos**

Corresponde al número total de esquejes insertados sobre el número de esquejes desensartados con un sistema radicular adecuado por parcela y su valor se expresa en porcentaje (%).

### **5.8.2 Peso radicular en fresco**

Basado en el material de muestreo comprende de 10 esquejes por parcela, el cual fue lavado el sistema radicular para eliminar el sustrato acompañante, se procedió a ser pesado por una balanza analítica de pesaje 0.01 gramos de lectura, los datos fueron registrados por individuo de muestra.

### **5.8.3 Peso radicular en seco**

Del material de muestreo, se llevó el sistema radicular individualmente a un proceso de secado en horno electrónico a temperatura de 65 °C por un tiempo de 24 horas, para su posterior pesaje en la balanza analítica con 0.0001 gramos de lectura, con el fin de obtener relación de ganancia de biomasa durante el tiempo evaluado en campo.

### **5.8.4 Longitud radicular**

La medición de esta variable se hizo con un calibrador, donde se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la raíz más larga, de cada uno de los individuos muestreados por parcela y

finalmente se sacó la media de las tres repeticiones. Los valores fueron expresados en milímetros (mm).

#### **5.8.5 Longitud Esqueje**

Para la medición de esta variable, se llevó a cabo con un calibrador, se midió la planta desde su base hasta el meristemo apical, se realizó al final del desensarte del material vegetal. Los valores fueron expresados en milímetros (mm).

#### **5.8.6 Peso del esqueje**

Se pesó la planta desde su base hasta el meristemo apical, por una balanza analítica de 0.01 gramos de lectura para identificar las diferencias de la ganancia de biomasa entre los tratamientos evaluados.

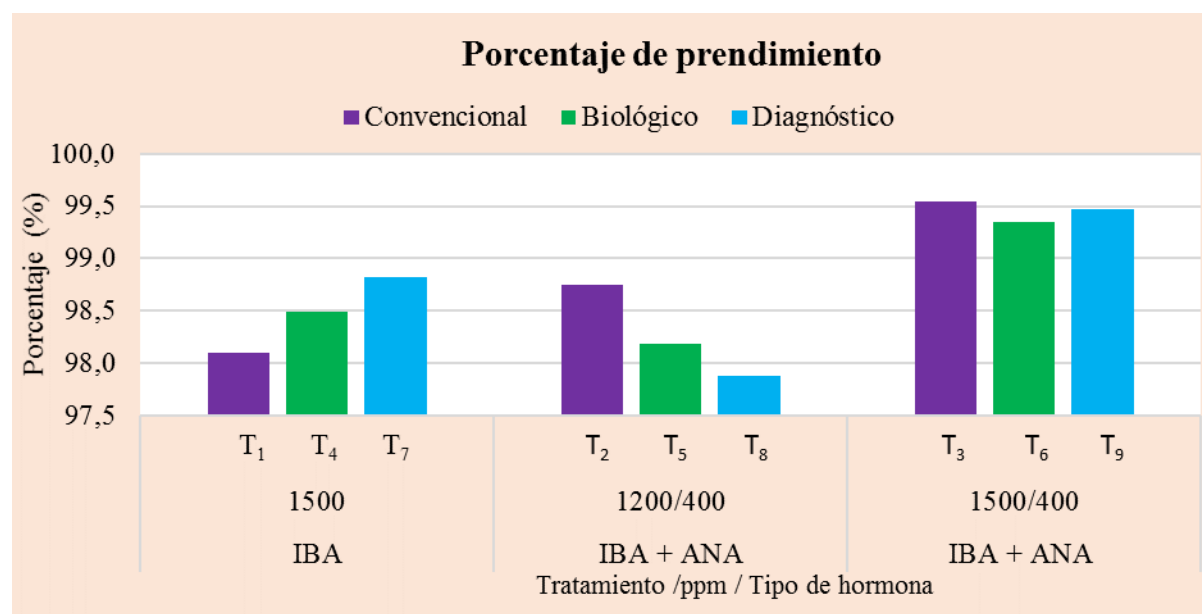
## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de esta investigación para cada una de las variables evaluadas son el promedio de las tres replicas efectuadas en el ensayo y el análisis de varianza que se utilizó fue de un alfa ( $\alpha$ ) de 0.05.

### 6.1 PORCENTAJE ESQUEJES PRENDIDOS

Con respecto a esta variable, el porcentaje de prendimiento es la relación entre el número de esquejes desensartados con un adecuado sistema radicular dividido el número de esquejes ensartados por cien. En general la variedad A presentó un alto porcentaje de prendimiento en los diferentes tratamientos planteados (Ver Grafica 1) y al ser analizado estadísticamente no hubo ninguna diferencia significativa entre los factores evaluados aceptando la hipótesis nula.

Grafica 1 Porcentaje de prendimiento

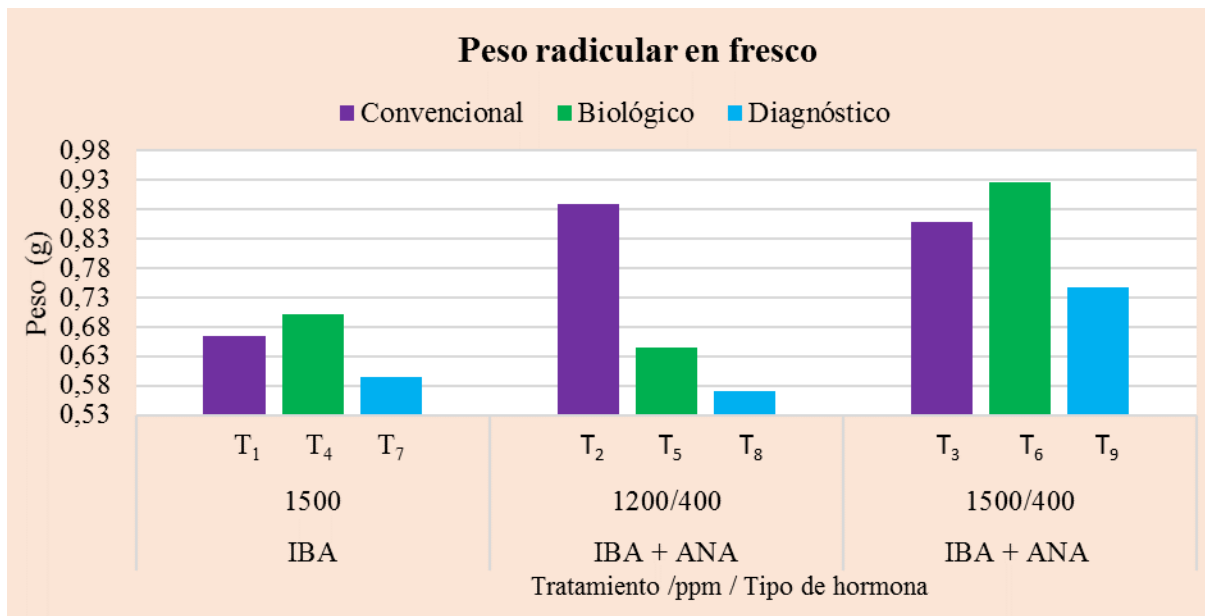


Fuente Gaona, 2018

## 6.2 PESO RADICULAR EN FRESCO

Para el caso de esta variable se relacionó el peso radicular en fresco del material evaluado con el fin de establecer diferencias entre la formación del sistema radicular con el uso del tipo de hormona y el tipo de estimulador radicular. Matemáticamente el tratamiento que reflejó mayor promedio de peso radicular en fresco fue el T<sub>6</sub> (Ver Grafica 2), donde se usó IBA + ANA con 1500 / 400 ppm acompañado del estimulador radicular de programa Biológico con los productos Agroplux y EM -1 cuyo valor fue de 0,93 g con una diferencia respecto al testigo (Convencional) T<sub>1</sub> de 0,27 g y al ser analizado estadísticamente no hubo ninguna diferencia significativa entre los factores evaluados aceptando la hipótesis nula.

Grafica 2 Peso radicular en fresco

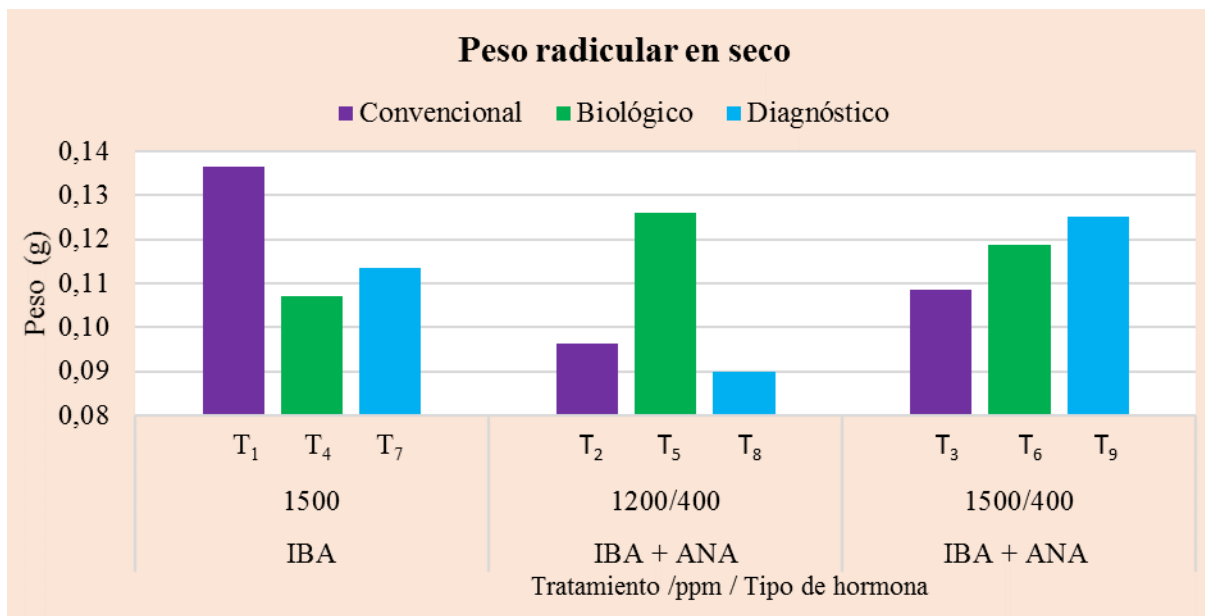


Fuente Gaona, 2018

### 6.3 PESO RADICULAR EN SECO

Matemáticamente el tratamiento que reflejo mayor promedio de peso radicular en seco fue el T<sub>1</sub> (testigo) donde se usó IBA 1500 ppm acompañado del estimulador radicular de programa convencional con los productos en rotación cuyo valor es de 0,1365 g con respecto a los demás tratamientos (ver Grafica 3) y se obtuvo similitud en comparación con el estudio realizado por Barrios Tucubal (2017) en la variedad Bouzeron para este tratamiento, con un valor de 0,13 g. En el caso del menor peso radicular en seco fue T<sub>8</sub> donde se usó IBA + ANA con 1500 / 400 ppm acompañado del estimulador radicular de programa Diagnóstico con los productos Centurión y Gedeón con promedio de 0,0899 g y al ser analizado estadísticamente no hubo ninguna diferencia significativa entre los factores evaluados aceptando la hipótesis nula.

Grafica 3 Peso radicular en seco



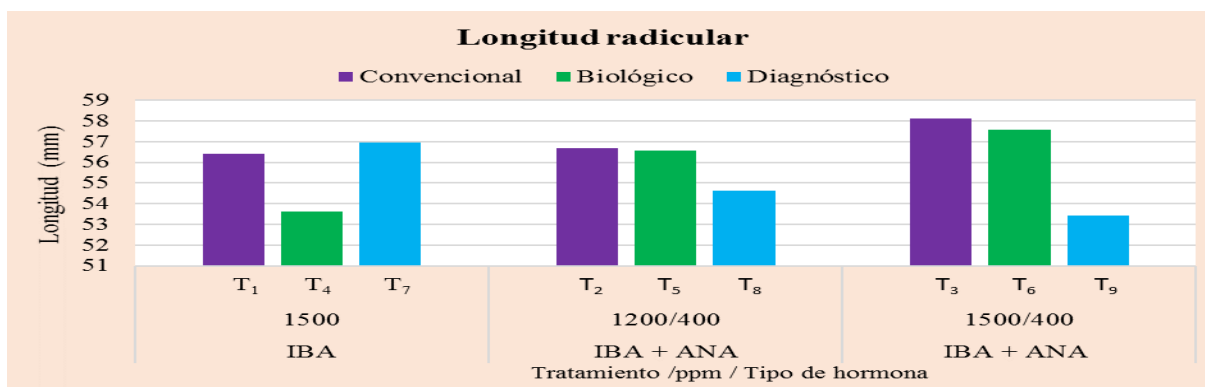
Fuente Gaona, 2018

## 6.4 LONGITUD RADICULAR

La función que cumple la longitud de la raíz es importante porque a través de ella le confiere al esqueje el anclaje adecuado y la absorción apropiada de nutrientes para tener un crecimiento óptimo. Aquellas longitudes altas traducen que es un material con características de calidad de esqueje para producción y por el contrario con longitud baja refleja esquejes cortos o pequeños. Matemáticamente el tratamiento que presentó un promedio mayor en longitud fue T<sub>3</sub> (Ver

Grafica 4) donde se usó IBA + ANA 1500 / 400 ppm con el programa convencional con los productos en rotación con valor de 58,13 mm con una diferencia respecto al T<sub>1</sub> testigo de 1,7 mm y en comparación con el estudio de Barrios Tucubal (2017) para esta variable en promedio obtuvieron una longitud radicular de 49,8 mm evidenciando una diferencia de 8,33 mm con el ensayo y este valor nos refleja que el uso de los estimuladores radiculares del programa convencional permite la obtención de una mayor longitud radicular al igual que el uso del programa biológico con una diferencia de 7,77 mm. Al ser analizado estadísticamente no hubo ninguna diferencia significativa entre los factores evaluados aceptando la hipótesis nula.

Grafica 4 Longitud radicular

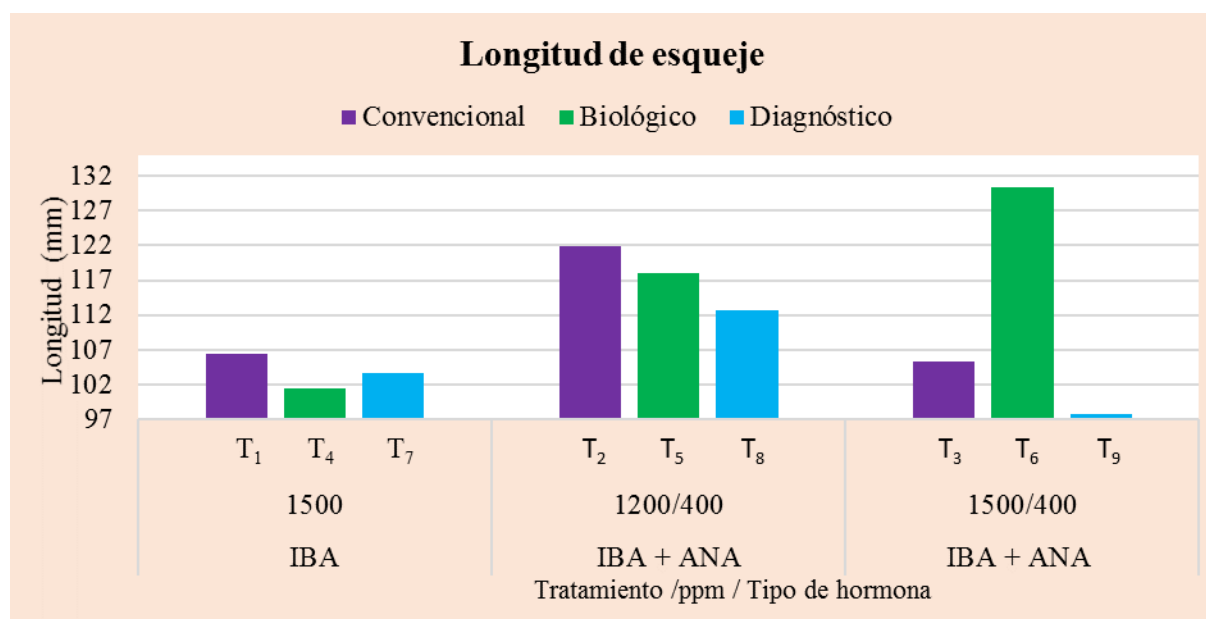


Fuente Gaona, 2018

## 6.5 LONGITUD ESQUEJE

Esta variable indica que aquellos esquejes que presentaron una mayor longitud, son el resultado de obtener raíces funcionales en menor tiempo, por el contrario, los esquejes de corta longitud son aquellos que evidenciaron una generación tardía de raíces. Matemáticamente el tratamiento T<sub>6</sub> (ver Grafica 5) donde se usó IBA + ANA 1500 /400 ppm en relación con el programa biológico con los productos Agroplux y EM-1 se obtuvo en promedio la mayor longitud con 130 mm respecto al testigo (Convencional) T<sub>1</sub> 106 mm con una diferencia de 24 mm, el menor tratamiento T<sub>9</sub> IBA + ANA 1500 /400 ppm en relación con el programa Diagnóstico con los productos Centurión y Gedeón 97 mm y al ser analizado estadísticamente no hubo ninguna diferencia significativa entre los factores evaluados aceptando la hipótesis nula.

Grafica 5 Longitud de esqueje

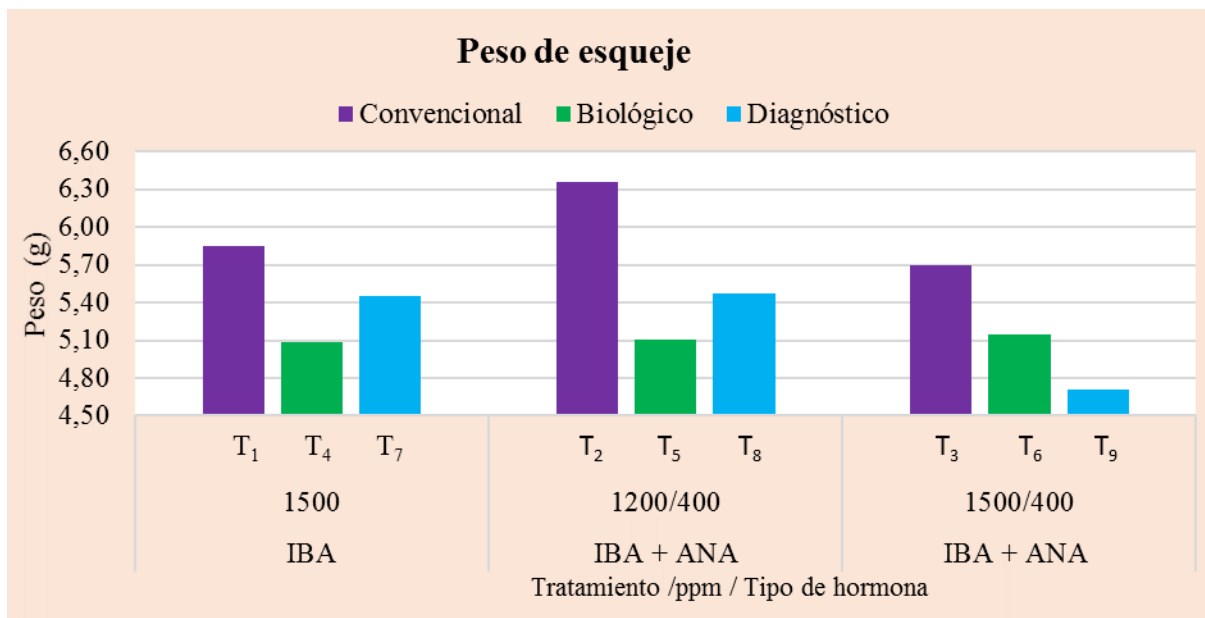


Fuente Gaona, 2018

## 6.6 PESO DE ESQUEJE

La ganancia en peso se traduce en un adecuado transporte de sustancias nutritivas requeridas para el funcionamiento y desarrollo del esqueje. A su vez podría contener mayor concentración de sustancias promotoras de enraizamiento. Matemáticamente el tratamiento T<sub>2</sub> donde se usó IBA + ANA 1200 /400 ppm en relación con el programa convencional con los productos en rotación se obtuvo un peso promedio de 6.36 g con respecto al testigo (Convencional) T<sub>1</sub> con diferencia de 0.51 g y al ser analizado estadísticamente no hubo ninguna diferencia significativa entre los factores evaluados aceptando la hipótesis nula (ver figura 11).

Grafica 6 Peso de esqueje



Fuente Gaona, 2018

## 6.7 ANÁLISIS DE VARIANZA

En las siguientes tablas se refleja el análisis estadístico utilizando la prueba a la F de Fisher, para cada una de las correspondientes variables evaluadas, los datos analizados son el promedio de muestra de 10 esquejes por cada replica sobre la población total y al momento de determinar el valor del F empírico (F) el cual se compara con el valor teórico o crítico F que se obtiene de la tabla con nivel de confianza alfa ( $\alpha$ ) de 0.05.

Los datos se comparan con cada Factor y la Interacción de ambos, y en el caso de cada variable la respuesta fue de obtención de un valor de F inferior al valor teórico o crítico y por tanto aceptamos la hipótesis nula, es decir la media del tipo de hormona (Factor A), la media de estimulador radicular (Factor B) son todos iguales y no resalta diferencia estadística entre ellos, a su vez no existe una interacción entre los factores por tanto cada factor funciona de manera independiente.

Tabla 2 Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	valor crítico F
Factor A	7,252200	2	3,626100	2,6179	3,554557
Factor B	0,063278	2	0,031639	0,0228	3,554557
Interacción	1,929761	4	0,482440	0,3483	2,927744
Error	24,931772	18	1,385098		

Fuente Gaona, 2018

Tabla 3 Análisis de varianza de peso radicular en fresco

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	valor crítico F
Factor A	121,181474	2	60,590737	0,6729	3,554557
Factor B	370,593807	2	185,296904	0,3134	3,554557
Interacción	108,554993	4	27,138748	0,9451	2,927744
Error	2693,047000	18	149,613722		

Fuente Gaona, 2018

Tabla 4 Análisis de varianza de peso radicular en seco

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	valor crítico F
Factor A	0,001228	2	0,000614	0,4479	3,554557
Factor B	0,000263	2	0,000132	0,0961	3,554557
Interacción	0,003812	4	0,000953	0,6954	2,927744
Error	0,024667	18	0,001370		

Fuente Gaona, 2018

Tabla 5 Análisis de varianza de longitud radicular

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	valor crítico F
Factor A	2,227407	2	1,113704	0,0154	3,554557
Factor B	19,525185	2	9,762593	0,1351	3,554557
Interacción	47,232593	4	11,808148	0,1634	2,927744
Error	1301,073333	18	72,281852		

Fuente Gaona, 2018

Tabla 6 Análisis de varianza de longitud esqueje

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	valor critico F
Factor A	822,234650	2	411,117325	0,9701	3,554557
Factor B	669,677613	2	334,838807	0,7901	3,554557
Interacción	1219,205844	4	304,801461	0,7192	2,927744
Error	7628,399259	18	423,799959		

Fuente Gaona, 2018

Tabla 7 Análisis de varianza de peso de esqueje

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	valor critico F
Factor A	121,181474	2	60,590737	0,4050	3,554557
Factor B	370,593807	2	185,296904	1,2385	3,554557
Interacción	108,554993	4	27,138748	0,1814	2,927744
Error	2693,047000	18	149,613722		

Fuente Gaona, 2018

## 7. CONCLUSIONES

La variedad A alcanzo su optimo desarrollo radicular en la fase de propagación a los 28 días de haber sido ensartado, el número de aplicaciones de la solución de los estimuladores radiculares fue en total 8, llevadas a cabo en 3 aplicaciones por semana. Y su ejecución fue a la semana siguiente del ensarte. El valor en porcentaje de prendimiento del ensayo es de 98,73% con un sistema radicular adecuado, sin raíz tan solo de 0,16% y con pudrición de 0,74% del total de material evaluado.

El uso de Ácido Indol Butírico (IBA) en combinación con Ácido Naftalenacético (ANA) en una relación de 1200 / 400 ppm reflejo en el peso del esqueje el mayor promedio entre las réplicas, y una relación de 1500 / 400 ppm mostro mayores valores para el caso de peso radicular en fresco, longitud radicular y longitud de esqueje. y el uso de manera individual IBA a 1500 ppm evidencio mayor valor peso seco radicular.

En el caso de los estimuladores radiculares estadísticamente no demostró una interacción con el tipo de hormona, pero basado en el promedio con mayores valores en las variables peso fresco y longitud radicular, al igual que el peso fresco del esqueje, el programa Convencional con los productos Algas 500, Radifarm, Raizal 400, Ryzogen y Soludrench en una dosis de 1 ml / L y en las variables peso seco radicular y longitud radicular, el programa Biológico con los productos Agroplux y EM-1 en una dosis de 32 ml / L resaltaron frente a los otros programas. El programa Diagnostico no evidencio ninguna mejora en las variables evaluadas.

En el análisis de varianza para el factorial en bloques completos al azar en cada una de las variables evaluadas reflejo una aceptación de la hipótesis nula es decir, la media del tipo de hormona factor A ( $\mu_c=\mu_s=\mu_n$ ), la media de estimulador radicular Factor B ( $\mu_q=\mu_a=\mu_i$ ) son

todos iguales y no resalta diferencia estadística entre ellos, a su vez no existe una interacción ( $H_0$ ) entre los factores y por tanto cada factor funciona de manera independiente.

Por los resultados obtenidos con base en el promedio se concluye que el uso en combinación de las hormonas IBA + ANA con un mínimo de 1200 / 400 ppm y un máximo 1500 / 400 ppm evidencia en la mayoría de las variables un mayor valor respecto al testigo. A su vez se considera apropiado el uso del programa Convencional.

## 8. RECOMENDACIONES

La inclusión de los estimuladores radiculares del programa biológico (Agroplux y EM -1) en la rotación de los productos del programa Convencional, utilizando con una dosis de 32 ml / L en el drench, daría la posibilidad de aumentar los valores para las variables de peso seco del sistema radicular al igual que la longitud del esqueje.

Es adecuado repetir el ensayo con aquellas variedades que presentan dificultades en un bajo porcentaje de prendimiento y adaptación en el área de propagación, usando la misma metodología y teniendo en cuenta las variables mencionadas. A su vez, los productos en rotación deben ser evaluados manera individual y en combinación para distinguir cual brinda mayor funcionalidad.

En un próximo ensayo es adecuado tener en cuenta nuevos factores de evaluación como es la metodología de aplicación de hormona con el método inmersión, aspersion y contacto, para el caso de los estimuladores radiculares, es apropiado relacionar la capacidad de retención del producto en el sustrato, es decir disminuir el volumen de aplicación por parcela sin cambiar las concentraciones del producto evaluado. Al igual un estudio más profundo en los intervalos de la frecuencia y pulsos de riego con solución fertirriego y agua durante la fase de propagación.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Agromundo. (2001-2018). *Algas 500*. Obtenido de <http://www.agromundo.co/classified/algas-500-mcf-2457.html>
- Asocolflores. (24 de Febrero de 2017). *Boletín estadístico 2017*. Obtenido de Dirección de Economía y Logística: [https://img1.wsimg.com/blobby/go/0578189d-1fd5-4d7f-9564-52b1532e9ec7/downloads/1c680593e\\_114073.pdf](https://img1.wsimg.com/blobby/go/0578189d-1fd5-4d7f-9564-52b1532e9ec7/downloads/1c680593e_114073.pdf)
- Barrios Tucubal, K. (2017). Evaluación de enraizamiento de esquejes de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) variedad Bouzeron utilizando tres sustratos y tres concentraciones de auxinas. Zamorano, Honduras.
- Biogen. (2018). *Rizogen*. Obtenido de <http://www.biogenagro.com/es/productos-detalle/ryzogen/>
- Casavilla, D. (13 de Abril de 2011). *Cultivo de clavel: reproducción, siembra, cuidados y variedades*. Obtenido de <http://www.flordeplanta.com.ar/jardin/cultivo-de-claveles-reproduccion-siembra-cuidados-y-variedades/>
- Dinero. (18 de febrero de 2018). Exportaciones. *Sector floricultor exportará 35.000 toneladas a Estados Unidos en San Valentín*.
- Ecured. (s.f.). *Acido Indol Butírico (IBA)*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Acido\\_Indol\\_Butírico\\_\(IBA\)](https://www.ecured.cu/Acido_Indol_Butírico_(IBA))
- EM. (s.f.). *Tecnología EM*. Obtenido de [http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base\\_datos/informaciones\\_tecnicas\\_em1\\_ambiem.pdf](http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/informaciones_tecnicas_em1_ambiem.pdf)

Escamilla García, G. M. (2002). Respuesta al enraizamiento de esquejes de clavel (*Dianthus caryophyllus*) a diferentes tipos y dosis de enraizadores. Buenavista, Mexico: Universidad autonoma agraria "Antonio Narro".

FERTICHEM. (s.f.). *Ácido 1 $\alpha$ -Naftalén acético*. Obtenido de [http://www.fertichem.com.mx/pdf/naftalen\\_acetico.pdf](http://www.fertichem.com.mx/pdf/naftalen_acetico.pdf)

Hernandez, J. (s.f.). *El Clavel para flor cortada*.

Infoagro. (s.f.). *El cultivo del clavel*. Obtenido de [http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_clavel.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_clavel.asp)

Lascarro, M. F. (2014). *EVALUACIÓN DEL DESARROLLO Y LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE UNA LÍNEA F4 DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*)*. Obtenido de <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/12770/1/Tesis%20Final%20Michele%20Figueredo.pdf>

LifeScience, A. (s.f.). *Raizal 400*. Obtenido de [http://www.agrolahuerta.com.mx/intranet/mod/PLM/DEAQ/src/productos/1833\\_15.htm](http://www.agrolahuerta.com.mx/intranet/mod/PLM/DEAQ/src/productos/1833_15.htm)

Taylor, M., Müller, C., & Zuñiga, J. (s.f.). *El cultivo del clavel (*Dianthus caryophyllus* L.)*. Obtenido de [file:///C:/Users/SuperUs/Downloads/clavel\\_cultivo\\_del\\_clavel.pdf](file:///C:/Users/SuperUs/Downloads/clavel_cultivo_del_clavel.pdf)