

EVALUACIÓN DE LA RIZOGÉNESIS EN ESQUEJES DE CLAVEL (*DIANTHUS CARYOPHILLUS* L.), CV. SALOMÉ, TRATADOS CON DIFERENTES TIPOS Y CONCENTRACIONES DE AUXINAS

RIZOGENIC EVALUATIONS IN CARNATION CUTTINGS (DIANTHUS CARYOPHILLUS L.), CV. SALOMÉ, TREATED WITH DIFERENTS TYPES AND AUXINES CONCENTRATION

*Fernando de La Riva Morales*¹

RESUMEN

Se realizó la evaluación de la rizogénesis de esquejes de clavel rojo cv. Salomé, tratados con dos tipos de auxinas, mediante inmersión por 10 segundos en una mezcla hidroalcohólica con AIB y ANA, solas y mezcladas entre sí al 50%, en concentraciones de 0 - 1.000 - 2.000 y 3.000 ppm., analizándose a los 30 días el porcentaje de enraizamiento y el número y largo de las raíces. Se eligieron esquejes de clavel sanos y vigorosos, con cinco pares de hojas y un largo promedio total de 20 cm. El enraizamiento se realizó bajo protección de malla de 50% de sombreado, en bandejas de poliestireno expandido de 136 alvéolos, con sustrato compuesto de turba rubia, arena y perlita en iguales proporciones y riego por nebulización.

Los mejores resultados en todos los parámetros evaluados se obtuvieron con la mezcla de AIB + ANA en partes iguales, encontrándose los valores óptimos a una concentración de 2.500 ppm, con un 92,53% de enraizamiento y 49,57 raíces con 7,38 cm de largo promedio. El segundo lugar lo ocupó el AIB a una concentración de 2.670 ppm. con un 87,98% de enraizamiento y 28 raíces con 5,34 cm de largo promedio. Le siguió el tratamiento con ANA con una concentración óptima de 1.800 ppm para un 67,78% de enraizamiento y 44 raíces de 5,17 cm de largo promedio. En el tratamiento testigo, sin hormona, no hubo respuesta.

Palabras clave: Propagación - enraizamiento - hormonas vegetales.

ABSTRACT

The evaluation of rizogénesis from carnation cuttings was carried out in red cv. Salomé, treated with two types of auxines by means of their immersion for 10 seconds in a hidroalcoholic mixture with AIB and ANA, both single and mixed at 50%, with concentrations of 0 - 1,000 - 3,000 2,000 and ppm., was analysed for 30 days to see the percentage of rooting and the number and the length of the roots. Only healthy and vigorous carnation cuttings were chosen, with five pairs of leaves and an average total length of 20 cm. The rooting was made under a mesh protection, which created an environment that was 50% shaded, in polystyrene trays that expanded to 136 alveoli. A substrate composed of a yellow turf using sand and perlite in equal proportions was also used and irrigation was done by nebulization.

The best results from all the evaluated parameters were obtained with the mixture of AIB + ANA in equal parts, the optimal outcomes being found in the concentration of 2,500 ppm, where a 92.53% of rooting and 49.57 roots with an adverage length of 7,38 cm was witnessed. In second place was the single treatment of AIB with the concentration of 2,670 ppm, where a 87.98% of rooting and 28 roots with an adverage length of 5.34 cm was witnessed. Following on from this, the single treatment of ANA had an optimal concentration of 1,800 ppm, which saw a 67.78% of rooting and 44 roots with the adverage length of 5.17 cm. In the treatments tested without hormones, there were no conclusive answers.

Key word: Propagation - rooting - vegetal hormones.

INTRODUCCIÓN

Para iniciar un cultivo comercial de claveles se requiere disponer de material base de óptima

calidad genética, libre de virus u otros agentes patógenos, el que es producido por empresas especializadas (Gómez, 1988). La selección de cultivares de clavel se basa en la demanda de mercado,

¹ Facultad de Agronomía, Universidad de Tarapacá Arica-Chile fdelariv@uta.cl

no existiendo una variedad ideal para cubrir todas las necesidades. (Albertos, 1971).

Hartmann y Kester (1990) señalan que la propagación vegetativa de algunas plantas herbáceas, entre ellas el clavel, se realiza por esquejes o por cultivo de tejidos. La propagación por cultivo de tejidos o meristemática, que consiste en producir una planta a partir de una o varias células, es un método poco práctico para ser realizado individualmente por cada floricultor; es más común utilizar el sistema de reproducción por esquejes, que es un trozo de planta que contiene un ápice obtenido a partir de una planta madre. Esta reproducción, de tipo asexual, permite obtener un individuo igual a su progenitor, debido a que no proviene de ningún cruce o división celular mitótica, como es el caso de la reproducción sexual o por semilla, y se trata de una réplica exacta que se puede multiplicar tantas veces como se desee (clonación), excepto que se presenten mutaciones o ambrosías.

Las auxinas o reguladores de crecimiento son compuestos químico-orgánico hormonales, que promueven en las plantas, entre otros efectos, la elongación o volumen celular (Robles, 1995). Las hormonas vegetales se originan en los meristemos y parénquimas, entre otros, existiendo cinco grupos de ellas, definibles principalmente por su naturaleza química y sólo aproximadamente por su actividad biológica, pues cada grupo ejerce toda una serie de efectos sobre cada una de las partes del vegetal (raíz, tallo, hojas, etc.), siendo estos grupos de hormonas las auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico (Gómez, 1988).

Weaver (1985), señala que uno de los mejores estimuladores de la rizogénesis es la auxina AIB (ácido indolbutírico), porque es un producto químico persistente que resulta muy eficaz como estimulante de las raíces, debido a que el AIB se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación, lo que resulta muy eficaz para la estimulación de las raíces ya que los reguladores del crecimiento que se desplazan fácilmente pueden causar resultados de crecimiento no deseados en las plantas propagadas. Otra auxina excelente para la promoción de raíces es el ANA (ácido naftalenoacético), sin embargo este compuesto es más tóxico que el AIB, debiendo evitarse sus concentraciones excesivas por el peligro de provocar daños a las plantas.

Gómez (1984) señala que las investigaciones sobre hormonas vegetales suelen en su mayoría ir

encaminadas a buscar respuestas sobre cómo varía la concentración de una sustancia endógena en un determinado tejido en función de las condiciones externas (temperatura, edad de la planta, época del año, estado nutricional, etc.) o del genotipo (ej. dos variedades de una misma especie). Para trabajar en esta línea hace falta dominar las técnicas de análisis, en general difíciles por las bajas concentraciones en que aparecen las hormonas. Lo más corriente es recurrir a bioensayos donde la sustancia presente en un extracto se valora a través de la actividad biológica sobre un sistema sencillo y tipificado, por ejemplo, el desarrollo de ciertas plántulas o de partes de ellas. El mismo autor señala que los efectos que resultan del aumento experimental de la concentración de auxina, a aplicar en forma exógena, es otra de las investigaciones que suelen realizarse, siendo éstas más sencillas que las anteriores. En ellas se añaden concentraciones variables de la sustancia estudiada, se analizan cuantitativamente los efectos sobre el vegetal (rizogénesis por ej.) y se relacionan con las dosis utilizadas.

Weaver (1985) indica que sustancias promotoras del enraizamiento son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación; partes iguales de AIB y ANA provocan que un porcentaje más alto de estacas emitan raíces en algunas especies, que cualquiera de ambos utilizados por separados, existiendo varios métodos para aplicar cantidades suficientes de reguladores de crecimiento; no obstante, agrega, que los únicos tres métodos que en la actualidad han llegado a utilizarse amplia y prácticamente son: la inmersión rápida, el remojo prolongado y el espolvoreo.

Respecto al sustrato de enraizamiento, diversos autores (Besemer, 1980; Verdugo y Díaz, 1984; López-Mélida, 1989; Hartmann y Kester, 1990; Gutiérrez, 1991) señalan los siguientes materiales, ya sea solos o mezclados en diversas proporciones: arena gruesa de río, escoria de carbón, cascarrilla de arroz, aserrín de madera, cascajo de piedra pómez, turba, perlita y vermiculita.

En relación a la temperatura, Gutiérrez (*op. cit.*) indica que, en el caso de los esquejes de clavel, la temperatura óptima del ambiente debe ser entre 16 °C y 26 °C y la del sustrato de 12 °C a 20 °C, debiendo ser esta última siempre superior a la del ambiente. Gutiérrez (*op. cit.*) señala que una de las principales dificultades que enfrenta el floricultor, para la explotación del rubro, es la gran cantidad de esquejes que requiere, enfrentando problemas

de altos costos, transporte aéreo, cuarentena vegetal, entre otros. Una manera de disminuir tales dificultades es importar, desde centros especializados, esquejes para plantas madres libres de virus y otros patógenos y a partir de ellas, con la autorización de la empresa proveedora, enraizar nuevos esquejes para producción de flores.

De allí, el objetivo de la presente investigación fue determinar concentración óptima de las auxinas AIB (ácido indolbutírico) y ANA (ácido naftalenacético), solas o en una mezcla de ellas a diferentes concentraciones, a aplicar a los esquejes de clavel para estimular su rizogénesis.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación: El estudio se desarrolló en las cámaras de propagación de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Tarapacá, ubicada en la I Región de Tarapacá, provincia de Arica, valle de Azapa, km 12,5, a 250 msnm, latitud sur 18° 31', longitud oeste 70° 11'.

Material vegetal: El cultivar de clavel utilizado fue "Salomé", de color rojo, del tipo uniflora o estándar, el que se caracteriza por su pureza varietal, gran productividad y resistencia a *Fusarium* sp. Los esquejes fueron homogéneos en cuanto a número de hojas, tamaño y color; se extrajeron de plantas madres establecidas en el campo experimental de la Facultad de Agronomía. Las evaluaciones se realizaron 30 días después de instalado el ensayo.

Hormonas: Las auxinas utilizadas fueron ácido indolbutírico (AIB) y ácido naftalenacético (ANA), disueltas en una mezcla hidroalcohólica (alcohol etílico y agua destilada al 50%).

Contenedores y sustratos: Los esquejes se colocaron en bandejas almacigueras de poliestireno expandido de 135 alvéolos, plantándose un esqueje por alvéolo. El sustrato utilizado fue una mezcla de arena gruesa de río, turba rubia y perlita, en partes iguales y desinfectado con Procimcarb (Previcur N), fungicida sistémico para el suelo (Lifschitz, 1999).

Riego: Los esquejes se regaron periódicamente mediante nebulización, con agua proveniente del

canal Azapa (Lauca), cuya salinidad total (C.E.) es de 0,9 dS/cm. Durante las 17:00 h y las 10:00 h del día siguiente se mantuvieron los esquejes cubiertos con polietileno transparente para mantener una temperatura y humedad relativa adecuada.

Control fitosanitario: Se aplicó en forma preventiva durante el período que duraron los ensayos, Benomil (Benlate), junto con Citowet (humectante adherente).

METODOLOGÍA:

Preparación y aplicación de las hormonas: Se utilizó la metodología de inmersión rápida de la base de los esquejes, señalada por Weaver (1985). Las hormonas se pesaron en una balanza de precisión y los líquidos (alcohol y agua destilada) se midieron en matraces de aforo, según la siguiente relación:

Concentración	Cantidad (gr)	Alcohol (cc)	Agua destilada (cc)
1.000 ppm	0,010	50	50
2.000 ppm	0,020	50	50
3.000 ppm	0,030	50	50

La base de los esquejes se sumergió en la solución hormonal hasta una profundidad de un centímetro, durante 10 segundos y luego se orearon por 5 minutos para permitir que el alcohol se evaporara, para luego ser plantados en las bandejas.

ENSAYOS:

Ensayo 1: Evaluación de la rizogénesis en esquejes de clavel tratados con AIB.

Ensayo 2: Evaluación de la rizogénesis en esquejes de clavel tratados con ANA.

Ensayo 3: Evaluación de la rizogénesis en esquejes de clavel tratados con AIB + ANA (al 50%).

Metodología de evaluación. La unidad experimental estuvo compuesta de 63 esquejes; a los 30 días se tomaron los 35 esquejes centrales y se hizo un recuento de aquellos enraizados calculándose el porcentaje de enraizamiento. De los esquejes enraizados se tomaron al azar 10 de ellos; se eliminó cuidadosamente el sustrato adherido a sus

raíces, mediante inmersión en agua, y se evaluaron en cada uno de ellos los siguientes parámetros: **número** de raíces y **largo** de raíces.

Diseño Experimental. El diseño estadístico experimental utilizado fue de bloques al azar (4x4), cuatro tratamientos con cuatro bloques o repeticiones, en cada uno de los ensayos.

Análisis estadístico. Para el análisis de las variables de respuesta se utilizó la técnica del análisis de varianza (ANVA), con el modelo del diseño de bloques al azar (Calzada.1970). Se empleó la prueba de F de 0,05 y 0,01 de probabilidad.

En el caso del porcentaje de enraizamiento, se hizo una transformación angular ($\text{arcSen } \sqrt{x}$) para hacer converger los valores encontrados a una

distribución normal, ya que originalmente siguen una distribución binomial (Calzada, 1970).

Para realizar la comparación de sus promedios entre los tratamientos se realizó la prueba de significación de Duncan para determinar el mejor tratamiento. Los promedios de los valores encontrados para las distintas concentraciones de auxinas se graficaron utilizando el programa Excel y la ecuación de la curva encontrada se derivó para determinar los valores óptimos para cada parámetro en estudio, mediante el uso del programa Maple (Scientific work place).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se pueden apreciar los resultados de los parámetros evaluados en los esquejes de clavel según el tipo y concentración de auxina.

Tabla 1

Resultados para esquejes de clavel tratados con AIB, ANA Y AIB + ANA en diferentes concentraciones

Parámetros	Auxina	Concentración	Promedio (ppm)	Duncan* ($\alpha=0,05$)
% Raíces	AIB	3.000	80,58	a
		2.000	78,13	a
		1.000	58,12	b
		0	13,24	c
N° Raíces	AIB	3.000	24,78	a
		2.000	21,15	a
		1.000	18,55	b
		0	1,10	c
Largo Raíces (cm)	AIB	3.000	5,08	a
		2.000	5,00	a
		1.000	4,06	b
		0	0,34	c
% Raíces	ANA	3.000	81,61	a
		2.000	80,57	a
		1.000	59,99	b
		0	0,00	c
N° Raíces	ANA	3.000	43,10	a
		2.000	35,30	b
		1.000	32,65	b
		0	0,00	c
Largo Raíces (cm)	ANA	3.000	5,80	a
		2.000	5,54	a
		1.0000	4,96	b
		0	0,00	c
% Raíces	AIB + ANA	3.000	85,09	a
		2.000	84,06	a
		1.000	59,53	b
		0	11,64	c
N° Raíces	AIB + ANA	3.000	49,10	a
		2.000	40,65	a
		1.000	29,95	b
		0	0,50	c
Largo Raíces (cm)	AIB + ANA	3.000	5,55	a
		2.000	5,40	a
		1.000	4,99	b
		0	0,18	c

(*) Valores de igual letra no presentan diferencias significativas.

Los promedios de los valores encontrados para los parámetros evaluados según los distintos tipos y concentraciones de auxinas fueron graficados, obteniéndose las siguientes curvas polinomiales, cuya derivación de su ecuación permitió determinar los valores óptimos en orden de mérito, que se señalan en la tabla 2.

Los valores encontrados concuerdan con el planteamiento de Weaver (1985), quien indica al AIB como uno de los mejores estimuladores de rizogénesis, al igual que el ANA; sin embargo, agrega que este último es más tóxico que el AIB, por tanto es preciso evitar las concentraciones elevadas. Al respecto se apreció un importante efecto de la aplicación de hormona sobre el crecimiento de raíces en

los esquejes de clavel, la que fue mayor al aumentar su concentración; sin embargo, se observó un efecto negativo con las concentraciones más altas, concordando con el autor citado. El tratamiento testigo sin aplicación de hormonas, tuvo una respuesta muy baja en relación a la rizogénesis, siendo altamente significativa la aplicación de hormonas.

Con la mezcla de AIB + ANA al 50% se obtuvieron los mejores resultados, para porcentaje de enraizamiento (92,53%), siendo la concentración óptima ajustada de alrededor de 2.500 ppm, corroborando lo expresado por Hitchcock y Zimmermann, citados por Weaver (*op. cit.*), quienes señalan que las auxinas son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación.

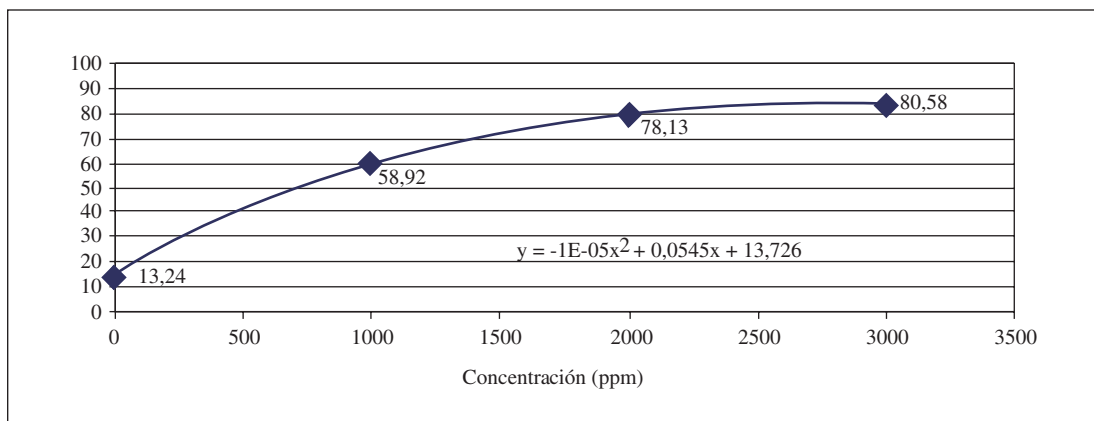


Gráfico 1. Porcentaje de enraizamiento en esquejes de clavel tratados con AIB.

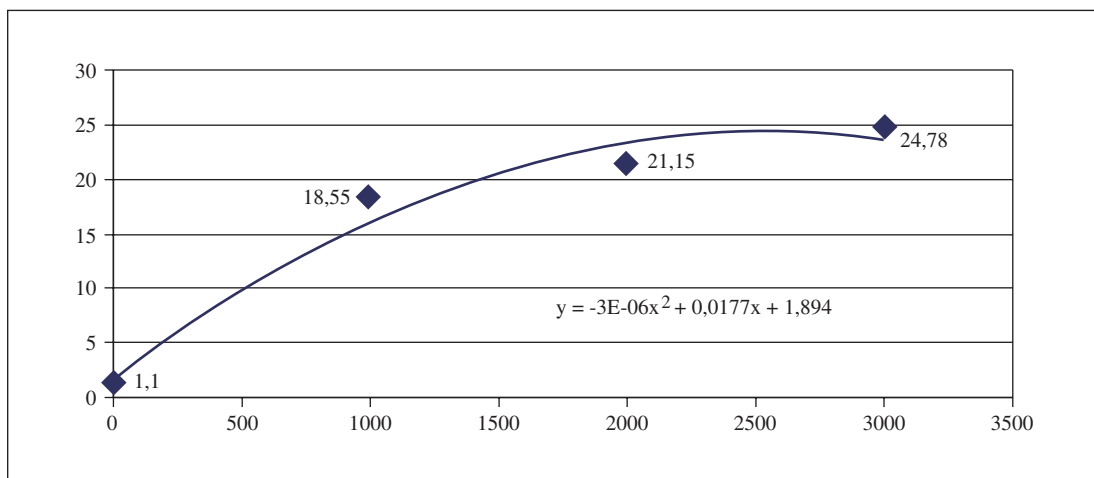


Gráfico 2. Número de raíces en esquejes de clavel tratados con AIB.

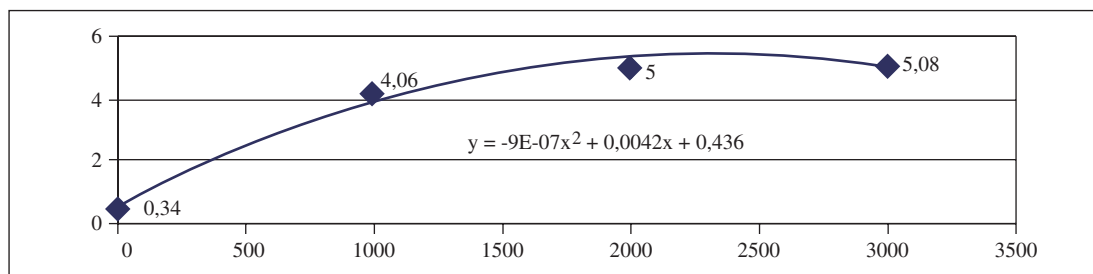


Gráfico 3. Largo de raíces en esquejes de clavel tratados con Aib (Cm).

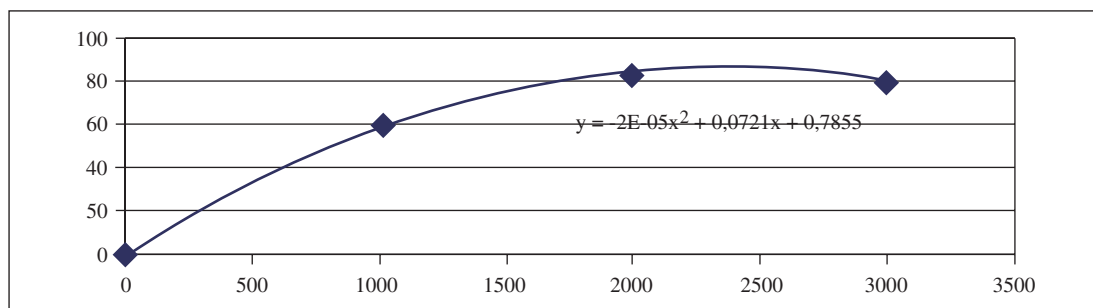


Gráfico 4. Porcentaje de enraizamiento en esquejes de clavel tratados con Ana.

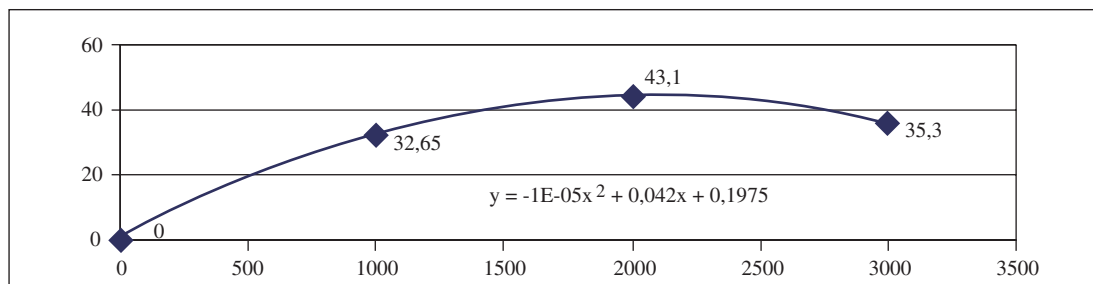


Gráfico 5. Número de raíces en esquejes de clavel tratados con Ana.

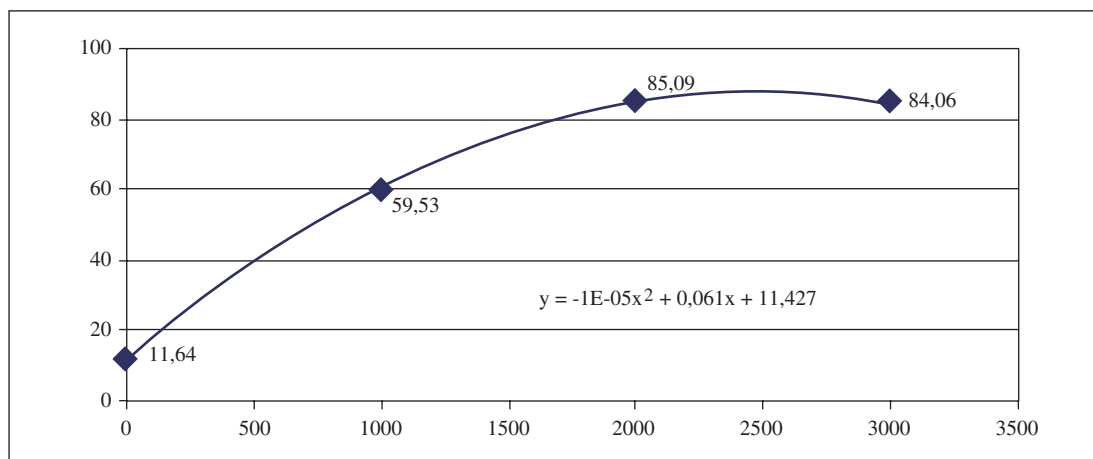


Gráfico 6. Porcentaje de enraizamiento en esquejes de clavel tratados con Aib + Ana.

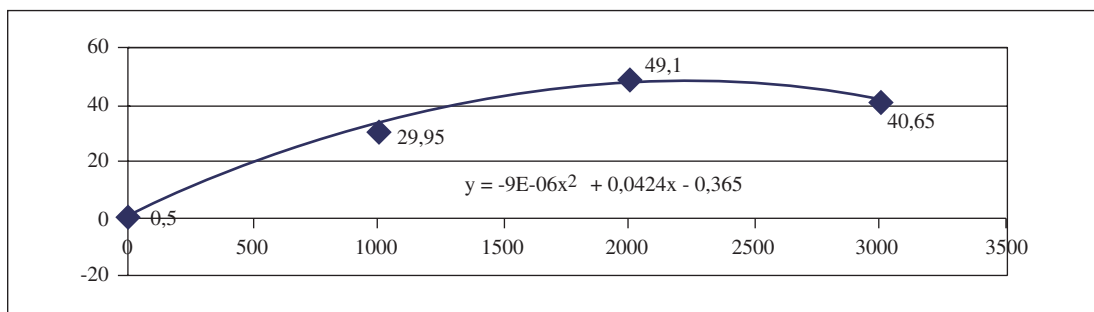


Gráfico 7. Número de raíces en esquejes de clavel tratados con Aib + Ana.

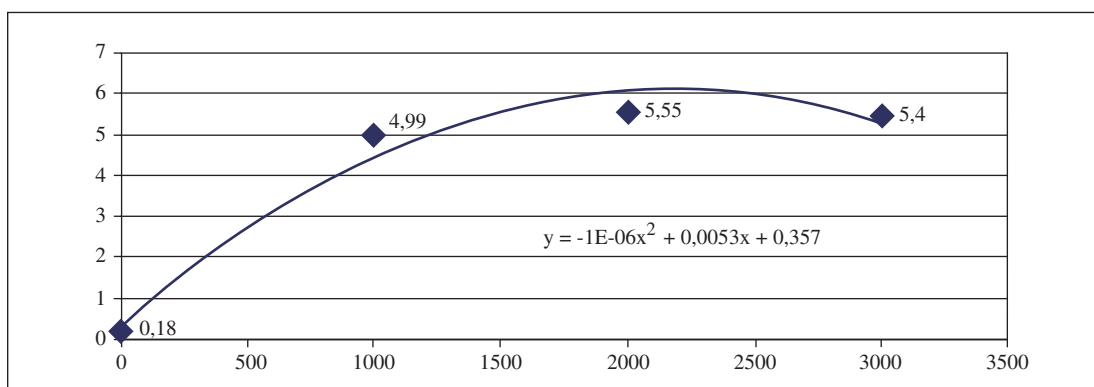


Gráfico 8. Largo de raíces en esquejes de clavel tratados con Aib + Ana.

Tabla 2

Resultados óptimos en orden de mérito para porcentaje de enraizamiento, número de raíces y largo de raíces, según el tipo y concentración de auxina

Parámetro	Auxina	Concentración (ppm)	Valores
Enraizamiento (%)	AIB + ANA	2.510,3	92,53%
	AIB	2.725,0	87,98%
	ANA	1.802,5	65,77%
N° Raíces	AIB + ANA	2.355,6	49,57
	ANA	2.100,0	44,30
	AIB	2.950,0	28,00
Largo Raíces(cm)	AIB + ANA	2.650,0	7,38 cm
	AIB	2.333,3	5,34 cm
	ANA	1.575,0	5,17 cm

El AIB+ANA resultó ser el mejor estimulador de la rizogénesis tanto en el número como en el largo de raíces en concentraciones medias, siendo éstas óptimas entre 2.355,6 ppm para el número de raíces y 2.650 ppm para el largo de raíces. Con el

empleo del ANA se obtuvieron resultados menores que con la combinación de auxinas, tanto en el número como en el largo de raíces, pero también con menores concentraciones, siendo las óptimas, entre 1.575 y 2.100 ppm. Con el AIB se obtuvo el

menor número de raíces, no obstante haber sido su concentración óptima la mayor 2.950 ppm.

En el tratamiento con menor concentración de hormona (1.000 ppm) y el testigo sin aplicación de hormona, se obtuvieron bajas respuestas en los parámetros estudiados, existiendo alta significancia estadística entre ellos y de ambos, con los tratamientos con las dos más altas concentraciones (2.000 y 3.000 ppm). En el caso del tratamiento testigo, sin aplicación de hormonas, en gran parte de los esquejes sólo se llegó a la emisión del callo, faltando tiempo para el desarrollo de las raíces.

Del análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento, tanto para AIB como para ANA y AIB+ANA, se pudo observar que entre bloques o repeticiones no hubo significancia, por lo que se concluye que se utilizó un sustrato homogéneo para todos ellos, así como el manejo agronómico de los esquejes. En el caso de los tratamientos en los factores concentración de 2.000 ppm y 3.000 ppm no

hubo significancia para los tres tipos o combinación de hormonas.

Del análisis de varianza para el número de raíces, tanto para AIB como para ANA y AIB+ANA se puede concluir que entre bloques o repeticiones no hubo significancia, por lo señalado en el punto anterior. En el caso de los tratamientos en los factores concentración de 2.000 ppm y 1.000 ppm no hubo significancia para los tres tipos o combinación de hormonas, encontrándose sus valores óptimos en la curva polinomial.

En relación al largo de raíces, tanto para AIB como para ANA y AIB+ANA se puede concluir que entre bloques o repeticiones no hubo significancia, por lo señalado en los dos puntos anteriores. En el caso de los tratamientos, en los factores concentración de 2.000 ppm y 3.000 ppm no hubo significancia para los tres tipos o combinación de hormonas, encontrándose sus valores óptimos en una curva polinomial.

LITERATURA CITADA

- ALBERTOS, G. J. 1971.** Cultivo Intensivo del Clavel. Publicaciones de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura. España. 84 p.
- BESEMER, S. T. 1980.** Clavel. Introducción a la Floricultura. Roy E. Larson Editor. Academic Press. 128 p.
- CALZADA, B. J. 1970.** Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Jurídica, Lima, Perú, 643 p.
- GÓMEZ, C. C. 1984.** Hormonas Vegetales, Monografías N° 30, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid. 53 p.
- GÓMEZ, M. 1988.** Influencia de Dos Densidades de Plantación y Dos Cultivares de Clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) en la Producción de Flores. Universidad Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Tesis Ing. Agrónomo. 159 p.
- GUTIÉRREZ, F. J. 1991.** Cómo Cultivar Claveles para Exportación. Facultad de Ingeniería Agronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Corporación Flor-Espoch. Ecuador. 213 p.
- HARTMAN, H. Y KESTER, D. 1990.** Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Editorial Continental, 4ª Impresión, México, 760 p.
- LIFSCHITZ, A. M. 1999.** Manual Fitosanitario AFIPA A.G. Editorial Laser S.A. Santiago p. 361.
- LÓPEZ-MÉLIDA, J. 1989.** Producción de Claveles y Gladiolos. Ediciones MundiPrensa. Agrogúas MundiPrensa. Madrid. 117 p.
- ROBLES, S. R. 1995.** Diccionario Genético y Fitogenético. Editorial Trillas. Primera edición. México 197 p.
- VERDUGO, G. Y DÍAZ, C. 1984.** Producción de Claveles en Invernadero. En: Revista El Campesino. Julio 1984. pp. 19-31.
- WEAVER, R. 1985.** Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la agricultura editorial Trillas. Cuarta Reimpresión, México, 622 p.