



EVALUACIÓN DE FERTILIZANTE ORGÁNICO EN PLANTAS DE GARDENIA JASMINOIDES ELLIS, 1761 PRE-FLOREACIÓN Y FLOREACIÓN

EVALUATION OF ORGANIC FERTILIZER IN GARDENIA JASMINOIDES ELLIS, 1761 PLANTS ON PRE-FLOWERING AND FLOWERING

*Jairo Enrique Melo Ballesteros¹
Yuly Paola Sandoval-Cáceres²
Ginna Natalia Cruz-Castiblanco³
Wilmar Alexander Wilches Ortiz⁴*

(Recibido/received: 7-marzo-2023; aceptado/accepted: 12-septiembre-2023)

RESUMEN: Se estudió el comportamiento de variables fisiológicas e índices de crecimiento y rendimiento en *Gardenia* bajo diferentes dosis de fertilización. Las plantas de *Gardenia* fueron trasplantadas a bolsas plásticas con sustrato relación 1:1 suelo y cascarilla. Los tratamientos correspondieron a dosis baja, media y alta del fertilizante y baja, media y alta con adición de quelato de hierro, con base en la recomendación del productor del fertilizante. El tratamiento con la dosis baja y adicionada con quelato de hierro generó los mayores Índices de Área Foliar (IAF), Área Foliar Especifica (AFE) y Número de Botones Florales, presentando los mayores valores con respecto a los demás tratamientos evaluados.

PALABRAS CLAVES: AFE; botones florales; IAF; rendimiento; quelato.

ABSTRACT: The behavior of physiological variables and growth rates in *Gardenia* under different fertilization rates was studied. *Gardenia* plants were transplanted into plastic bags with soil substrate and scale 1:1 ratio. The treatments were low dose, medium and high fertilizer and low, medium and high with the addition of iron chelate, based on the recommendation of the producer of fertilizer. Treatment with low dose and supplemented with iron chelate produced the greatest

¹ Universidad de Cundinamarca, Cundinamarca, Colombia. jairomeloballesteros@gmail.com Autor de correspondencia. <https://orcid.org/0000-0001-8743-0211>.

² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia. C.I. Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca, Colombia. ysandoval@agrosavia.co. <https://orcid.org/0000-0003-4529-4068>

³ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia. C.I. Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca, Colombia. gcruz@agrosavia.co. <https://orcid.org/0000-0003-2355-4914>

⁴ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia. C.I. Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca, Colombia. wwilches@agrosavia.co. <https://orcid.org/0000-0002-2905-3347>

Leaf Area Index (LAI), specific leaf area (SLA) and Flower buds number, presenting the highest values compared to other treatments.

KEYWORDS: Chelate; lower buds; LAI; SLA; yield.

INTRODUCCIÓN

El uso de plantas ornamentales ha tomado cada vez más relevancia como ornato en ciudades y regiones rurales debido a los beneficios que estas prestan en decoración y armonización de los espacios (Castilla-Valdés, 2018). El género *Gardenia* (Rubiaceae) ha adquirido gran importancia en la floricultura, siendo la especie *G. jasminoides* Ellis, 1761 las más ampliamente cultivada y comercializada (Montesino et al., 2009). Es una planta fácil de cultivar, que es cosechada para ser usada como flor de corte, por su agradable fragancia, lo que la hace distinguida en industrias como la cosmética y de perfumería (Parmar et al., 2000). Kesavan et al., (2018) señalan su importancia como planta medicinal en algunos países, al igual que su uso para extracción de colorante para la industria.

Su cultivo requiere un suelo con pH entre 5,0 y 5,5 y es favorecido por los suelos ricos en materia orgánica (Murguía, 2007). La fertilización se realiza comúnmente con fertilizantes químicos que contengan nitrógeno, potasio y fósforo (Zhou et al., 2020) y tiene una alta demanda de microelementos, principalmente hierro, el cual es aplicado en forma de quelato (Murguía, 2007). El uso de fertilizantes sintéticos tiende a ser la primera opción en los planes de fertilización, sin embargo, su aplicación se encuentra cada vez más comprometida, especialmente por el impacto negativo en las características del suelo, al causar aumento en la salinidad pérdida de la microbiota (Geisseler y Scow, 2014). El uso de fertilizantes orgánicos ayuda en la aceleración de los procesos microbianos y al mejorar de la disponibilidad de nutrientes para que estos sean fácilmente asimilados por las plantas (Thirkell et al., 2016).

El índice de área foliar IAF y el área foliar específica AFE, así como el número de botones florales son variables fisiológicas que permiten establecer la eficiencia y rendimiento de las plantas. El IAF representa la relación que existe entre el área foliar y el área de suelo ocupada por la planta (Santos et al., 2010). El IAF varía de acuerdo con la forma de la hoja y a la distribución tanto vertical como horizontal de las hojas en el canopi, un IAF óptimo se define como aquel que soporta la máxima tasa de incremento de la materia seca y se consigue cuando un cultivo intercepta toda la radiación fotosintética activa disponible (Santos et al., 2010).

El área foliar específica (AFE) se define como la cantidad de área foliar, por peso de hoja y es un rasgo morfológico de gran trascendencia funcional y ecológica. Este se encuentra estrechamente relacionado con la distribución y asignación de asimilados dentro del proceso de fotosíntesis (Schulze y Caldwell, 1995). El AFE es una de las variables que afecta el crecimiento de las plantas, favoreciendo cambios en la razón del área foliar y en la eficiencia fotosintética (Bultynck et al., 1999). Existe una relación directa entre el área foliar específica (AFE) de las especies y la productividad del hábitat en donde estas especies generalmente se encuentran (Poorter, 1999).

El objetivo de este trabajo fue el de evaluar el efecto de un fertilizante orgánico en plantas de *G. jasminoides* en fases de pre-floración y floración en vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el municipio de Fusagasugá (Cundinamarca, Colombia) en instalaciones del vivero Anduplantas. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones para cada uno de los tratamientos por época (Muestreo). La unidad experimental estuvo constituida por cada una de las plantas y se eligió un tamaño de muestreo de tres plantas por tratamiento. Cada tratamiento estuvo conformado por 8 plantas.

Para analizar la información se probaron los supuestos de normalidad, homogeneidad de varianzas e independencia de errores, usando las pruebas de Shapiro-Wilk (Shapiro y Francia, 1972), Levene (Montgomery, 2004) y Durbin Watson (Durbin, 1960) respectivamente. Las variables se analizaron mediante modelos lineales generalizados mixtos, donde la parte fija del modelo correspondió al tratamiento y la parte aleatoria a los bloques. La selección del modelo mejor ajustado se realizó utilizando los criterios de información Akaike (AIC), Bayesiano (BIC) en donde el modelo más adecuado es aquel con menor valor en cada uno de los criterios (Hernández-González, 2019). Para la prueba de comparación de medias se usó la prueba LSD Fisher ($p < 0,05$) con corrección de Bonferroni. Los datos se analizaron usando el software estadístico R, versión 3.6.0. (R Core Team, 2020).

Los tratamientos fueron definidos con base en la dosis recomendada por los productores del abono para los cultivos (tabla1). Cada tratamiento contaba con 8 unidades experimentales las cuales tenían una edad fenológica aproximada de 1 año, estas fueron trasplantadas en bolsas de polietileno de 20" X 20" y distribuidas en el lugar del ensayo en una distancia de 0,4 X 0,4 m. Como sustrato se utilizó una mezcla 1:1 de cascarilla y suelo.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Dosis Por Planta
1	5 g Fertilizante sólido + 4 cm ³ Fertilizante líquido
2	10 g Fertilizante sólido + 8 cm ³ Fertilizante líquido
3	15 g Fertilizante sólido + 12 cm ³ Fertilizante líquido
4	5 g Fertilizante sólido + 4 cm ³ Fertilizante líquido + 0,03g de quelato Fe
5	10 g Fertilizante sólido + 8 cm ³ Fertilizante líquido + 0,03g de quelato Fe
6	15 g Fertilizante sólido + 12 cm ³ Fertilizante líquido+ 0,03g de quelato Fe
7	20 g Fertilizante 18-18-18
8	Sin fertilización

La composición del fertilizante empleado en el desarrollo del experimento se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición del fertilizante orgánico empleado

Elemento	%
Nitrógeno	15
Fosforo	26
Potasio	17
Elementos Menores	3

Fuente: Biocafe de Colombia

Evaluación de variables fisiológicas

Para realizar la evaluación de las variables fisiológicas se llevaron a cabo muestreos quincenales, tomando tres plantas por tratamiento y se determinaron las variables; número de botones florales (Medida directa), peso fresco (Medición directa con balanza de precisión), peso seco (Medición directa con balanza de precisión, después de someter las muestras a 75 °C durante 48 horas) y área foliar (Método Simpson).

Además, se determinaron los parámetros de crecimiento de Índice de Área Foliar (IAF) y Área Foliar Específica (AFE) (Tabla 3).

Tabla 3. Descripción de los parámetros de crecimiento que se midieron

Índice	Descripción	Formula	Unidades
IAF	Índice De Área Foliar	L_A/P	Adimensional
AFE	Área Foliar Específica	L_A/LW	$cm^2 g^{-1}$

Dónde: W = masa seca total (g); LA = Área foliar (cm^2); P = Área de suelo; LW = masaseca foliar por planta (g).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta del IAF, AFE y número de botones florales en plantas de gardenia a fertilización orgánica sin quelato de hierro

El índice de área foliar de la especie evaluada bajo diferentes dosis de fertilización a través de las épocas de evaluación mostró una diferencia altamente significativa ($F=6.16$; $p=0.0011$; $AIC=-268.8$; $BIC=-257.9$) para los tratamientos 2 y 3 con respecto al tratamiento testigo (Figura 1a). En la figura 1b se observa el aumento a través del tiempo para cada uno de los tratamientos, este presentó un comportamiento de curva sigmoidea y un aumento continuo durante todo el periodo

de evaluación. A los 105 días el tratamiento 3 exhibió un incremento alcanzando un valor de 0.020 siendo este el máximo con respecto a los tratamientos evaluados.

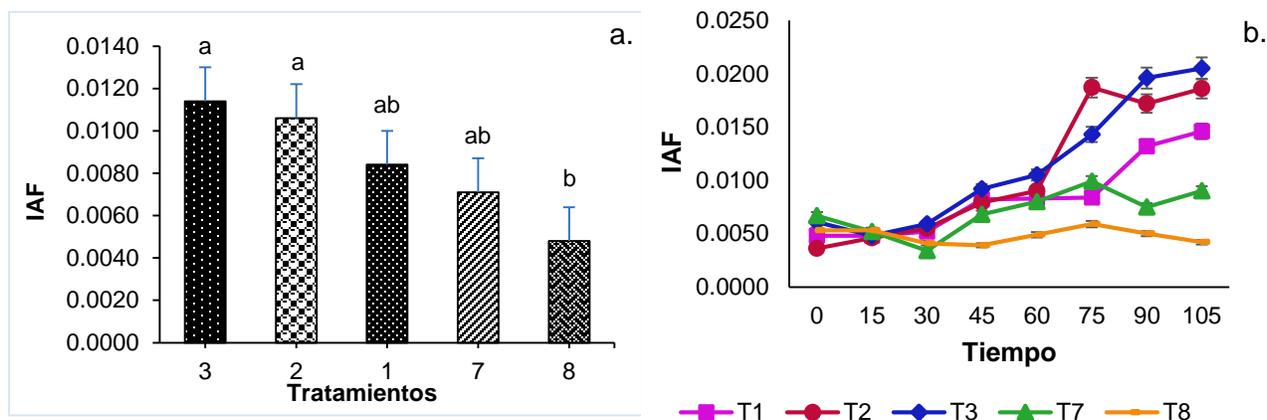


Figura 1 a. Índice de área foliar, mediante el análisis de modelos lineales generales y prueba LSD de Fischer entre tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas en $p < 0.05$. Las barras de error indican el error experimental. b. Comportamiento del índice de área foliar de los tratamientos T1, T2, T3, T7 y T8.

La determinación del área foliar en plantas tiene gran importancia en estudios relacionados con crecimiento y desarrollo, dado que en las hojas se sintetizan los carbohidratos que se distribuyen a los diferentes órganos (Cuéllar y Arrieta, 2010). La capacidad de fotosíntesis está directamente relacionada con la superficie foliar expresada como índice de área foliar (Arana et al., 2012). Los IAF calculados son inferiores a los reportados por Lee y Heuvelink, (2003) para otras especies ornamentales como Crisantemo quienes determinaron IAF del orden de 4 hasta 8.

En la figura 2a se encuentra el comportamiento del AFE de acuerdo con las épocas de muestreo, en esta se observa que los tratamientos 2 y 3 presentaron un comportamiento similar entre sí alcanzando valores máximos de $479,49 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ a los 80 días del ensayo y $456,52 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ a los 60 días del ensayo respectivamente. Estadísticamente se encontró una diferencia altamente significativa ($F=7.56$; $p=0.0003$; $AIC=434.0$; $BIC= 444.9$) entre estos dos tratamientos con el testigo, aunque no se encontró diferencia entre estos tratamientos (2b).

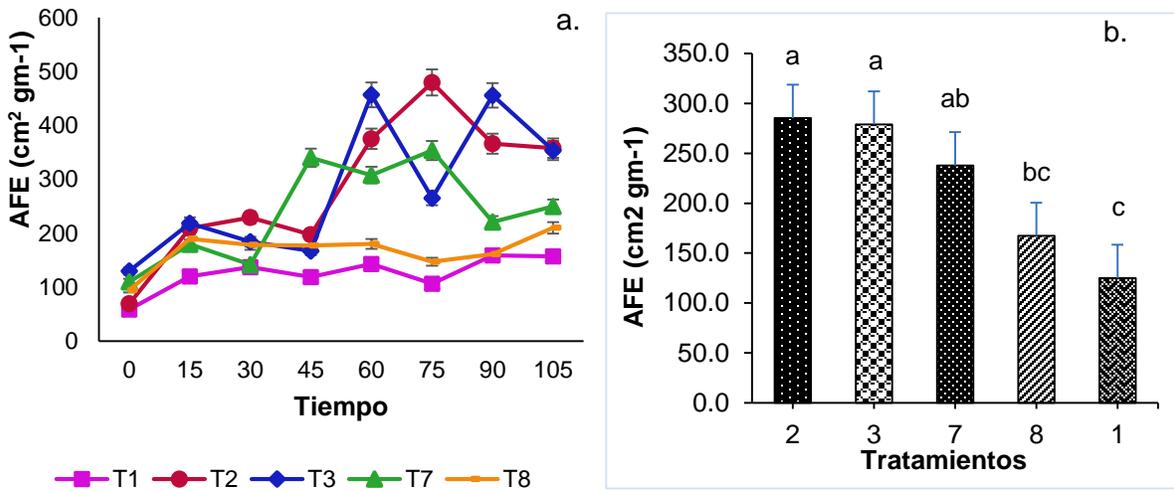


Figura 2 a. Comportamiento de área foliar específica de los tratamientos T1, T2, T3, T7 y T8. b. Área foliar efectiva, mediante el análisis de modelos lineales generales y prueba LSD de Fischer entre tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas en $p < 0.05$. Las barras de error indican el error experimental.

El área foliar específica es una de las principales variables que afecta el crecimiento de las plantas, ya que favorece cambios en la relación del área foliar y en la eficiencia fotosintética en el uso del nitrógeno (Bultynck et al., 1999). Una elevada AFE, incrementa la fragilidad de las hojas, al tiempo que las hojas más densas y con menor AFE, tienen correlaciones altas con una mayor lignificación, menor tamaño celular, bajo contenido de humedad y baja concentración de nitrógeno (Castro et al., 2000).

La figura 3 muestra la producción promedio de botones florales por tratamiento; se observa que los tratamientos que presentaron mayor producción fueron el T2 y T3 alcanzado una producción promedio de 9 botones florales respectivamente. Mientras que en el testigo se obtuvieron 3 botones florales.

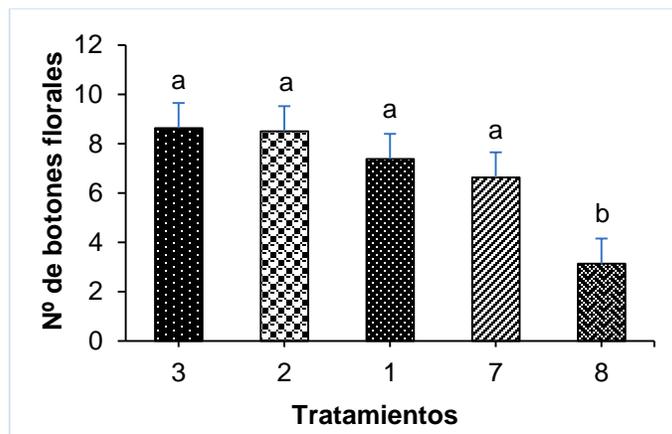


Figura 3. Número de botones florales, mediante el análisis de modelos lineales generales y prueba LSD de Fischer entre tratamientos para los tratamientos T1, T2, T3, T7 y T8. Letras

diferentes indican diferencias significativas en $p < 0.05$. Las barras de error indican el error experimental.

La aplicación de fuentes nitrogenadas incrementa el número de botones florales (Tiwari y Rajput, 1976), lo cual se logró con las dosis de 10gr Sólido+8cm³ Líquido y 15gr Sólido+12cm³ Líquido, con una cantidad de nitrógeno del 15% aproximadamente. Estadísticamente se encontró una diferencia altamente significativa ($F=8.30$; $p=0.0002$; $AIC=189.5$; $BIC=200.4$) para los tratamientos 2 y 3 con respecto al T8.

Efecto de aplicación de la mezcla abono orgánico + quelato de Hierro (Fe) sobre el IAF, AFE y Número de Botones Florales en plantas de Gardenia

El IAF (figura 4a) para todos los tratamientos presentó un aumento progresivo hasta los 45 días, donde el tratamiento 4 presentó mayor desarrollo en comparación con los demás tratamientos. Este índice presentó un comportamiento similar al presentado por los tratamientos 1, 2 y 3. A los 105 días el tratamiento 4 mostró un incremento, alcanzando un valor de 0.029, siendo este el máximo con respecto a los tratamientos evaluados. Estadísticamente la diferencia es altamente significativa ($F=8.05$; $p=0.0002$; $AIC=-249.3$; $BIC=238.5$) para el tratamiento 4 con respecto a los demás tratamientos evaluados (figura 4b).

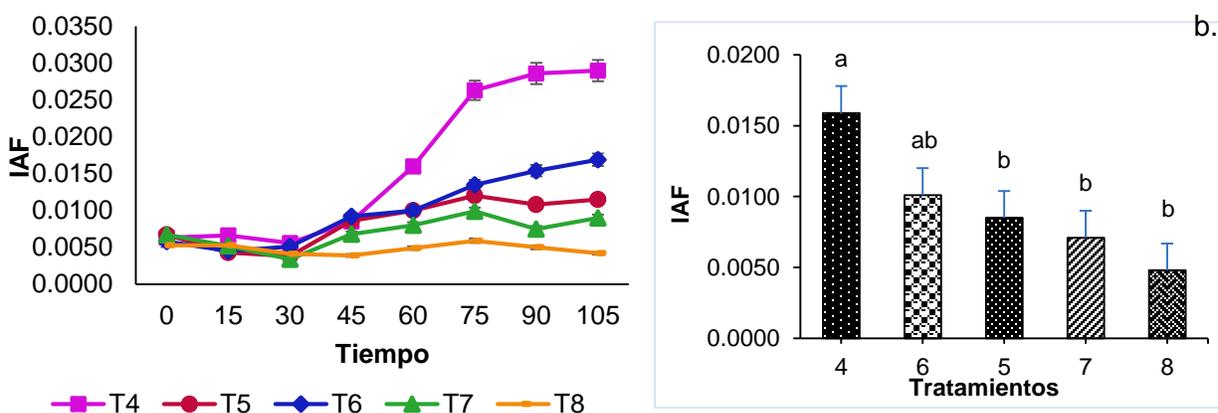


Figura 4 a. Comportamiento del Índice de área foliar de los tratamientos T4, T5, T6, T7 y T8 fertilización). b. Índice de área foliar, mediante el análisis de modelos lineales generales y prueba LSD de Fischer entre tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas en $p < 0.05$. Las barras de error indican el error experimental.

El efecto beneficioso que produjeron los abonos orgánicos y órgano-minerales en el rendimiento fue también encontrado por Gallegos Reina y Perles Roselló, (2019), quienes lo atribuyen a su efecto estimulador en la actividad microbiana encargada de los procesos de nitrificación, que incrementan el nitrógeno hidrosoluble en el suelo para las plantas.

Según Giraldo, (1985), en estudios realizados para evaluar la fertilización orgánica y mineral en otras especies, se han reportado resultados que muestran que son mayores los rendimientos tanto técnicos como económicos para los tratamientos a los cuales se les aplico fertilización órgano – mineral, frente a la fertilización tradicional usada por los productores.

Las especies con crecimiento más rápido, bajo óptimas condiciones, son aquellas que tienen la mayor área foliar específica (Poorter, 1999). En la figura 5a se observa que el T4 obtuvo un mayor AFE, alcanzando un valor máximo de 743,59 cm² g⁻¹ a los 105 días del ensayo, este en comparación con los tratamientos presenta un incremento fuertemente marcado a partir de los 60 días del ensayo. Los demás tratamientos evaluados mostraron un comportamiento similar a los testigos. Estadísticamente la diferencia es altamente significativa (F=6.18; p=0.0011; AIC=463.1; BIC= 474.0) para el tratamiento 4 con respecto a los demás tratamientos evaluados (figura 5b).

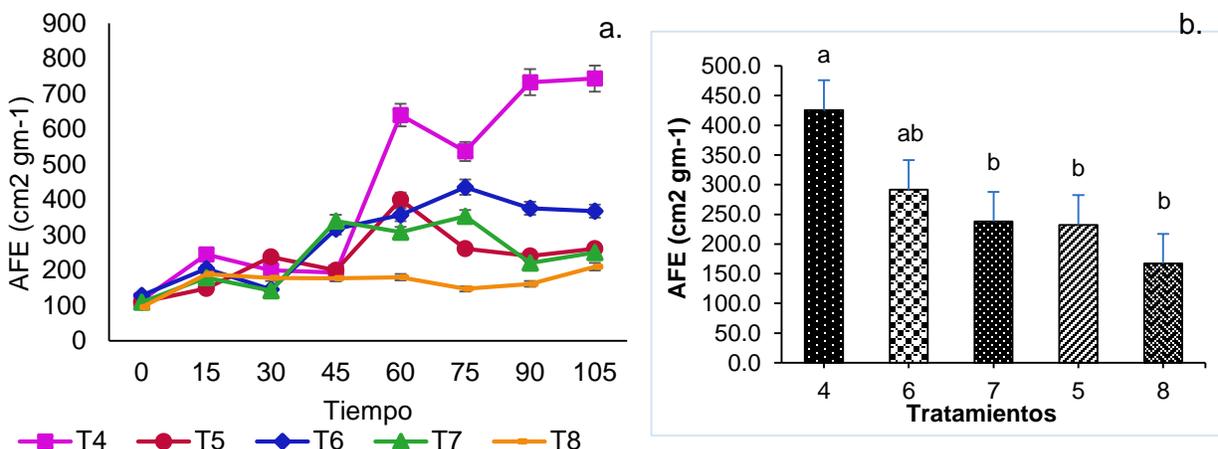


Figura 5a. Comportamiento del área foliar específica de los tratamientos T4, T5, T6, T7 y T8. 5b. Área foliar efectiva, mediante el análisis de modelos lineales generales y prueba LSD de Fischer entre tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas en $p < 0.05$. Las barras de error indican el error experimental.

Según estudios realizados por (Antúnez et al., 2001). (14) el área foliar específica se correlaciona positivamente con la productividad, hecho que confirma lo sucedido en el presente trabajo, donde el tratamiento 4 presentó los mayores de AFE y por ende mayor producción de botones florales, reflejando así un mayor rendimiento con respecto a los demás tratamientos.

En la figura 6, se muestra la producción promedio de botones florales por tratamiento; en esta gráfica se evidencia que el tratamiento que presentó mayor rendimiento en cuanto a esta variable se refiere es el 4, alcanzando una producción promedio de 14 botones florales, seguido por el tratamiento 6 que obtuvo un valor promedio de 11 botones florales. Estadísticamente la diferencia es altamente significativa (F=9.52; p=0.0001; AIC=220.8; BIC= 231.7) para el tratamiento 4 con respecto a los demás tratamientos evaluados.

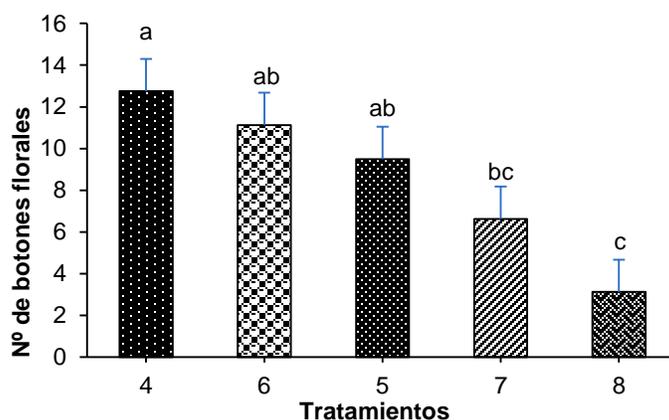


Figura 6. Número de botones florales, mediante el análisis de modelos lineales generales y prueba LSD de Fischer entre tratamientos para los tratamientos T4 (5gr Sólido + 4cm³ Líquido +0.03g Fe), T5 (10gr Sólido+8cm³ Líquido 0.03g Fe) T6 (15gr Sólido+12cm³ Líquido 0.03g Fe) T7 (20g 18-18- 18) y T8 (Sin fertilización).

La aplicación de fuentes órgano-minerales produce una serie de efectos bioestimulantes, los cuales se traducen fundamentalmente en cambios en la permeabilidad de las membranas y modificación de determinadas actividades enzimáticas implicadas en la toma y el metabolismo de nutrientes, especialmente hierro y nitrógeno (Vigneault et al., 2000). Confirmando así que la aplicación de los tratamientos evaluados mejora la absorción de microelementos como el hierro, el cual es altamente demandado en esta especie.

CONCLUSIONES

El uso del fertilizante orgánico aumentó las variables IAF, AFE y número de botones florales con respecto a los testigos, siendo los tratamientos adicionados con quelato de hierro los que mostraron valores más altos en las variables evaluadas, lo cual confirma que la aplicación de este fertilizante incrementa la actividad enzimática, optimizando la absorción de microelementos como el hierro, y mejorando la nutrición y el rendimiento de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Al jardín ANDUPLANTAS por su infraestructura y material vegetal otorgado para la realización del ensayo. A la ingeniera agrónoma Consuelo Bobadilla Farfán por su ayuda. A la Doctora Hellen Elizabeth Cortes Mejía por su colaboración para el desarrollo de este ensayo. A la empresa Biocafe De Colombia. Al ingeniero Juan Manuel Arrieta (Q.E.P.D) por todo su apoyo, motivación y orientación.

REFERENCIAS

- Antúñez, I., Retamosa, E. C., & Villar, R. (2001). Relative growth rate in phylogenetically related deciduous and evergreen woody species. *Oecologia*, 128(2). <https://doi.org/10.1007/s004420100645>
- Arana, T. M., Perales, C. A., Pérez-ramos, I. M., Ibáñez, B., Teresa, M., Núñez, D., Ventura, L., Recursos, I. De, Sevilla, A. De, Avenida, C., & Mercedes, R. (2012). Interacciones árbol-suelo y funcionamiento del bosque mediterráneo: Síntesis del proyecto INTERBOS. *Cuadernos de la SECF*, 89.
- Bultynck, L., Fiorani, F., & Lambers, H. (1999). Control of leaf growth and its role in determining variation in plant growth rate from an ecological perspective. En *Plant Biology* (Vol. 1, Número 1). <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1999.tb00703.x>
- Castilla-Valdés, Y. (2018). La gardenia: características, usos, plagas y enfermedades y aspectos básicos de su cultivo. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3). <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.31461>
- Castro, M. C., Stute, M., & Schlosser, P. (2000). Comparison of ⁴He ages and ¹⁴C ages in simple aquifer systems: Implications for groundwater flow and chronologies. *Applied Geochemistry*, 15(8). [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(99\)00113-4](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(99)00113-4)
- Cornelissen, J. H. C., Castro-Diez, P., & Carnelli, A. L. (1998). Variation in relative growth rate among woody species. *Inherent variation in plant growth. Physiological mechanisms and ecological consequences. Backhuys, Leiden*, 363–392.
- Cornelissen, J. H. C., Diez, P. C., & Hunt, R. (1996). Seedling Growth, Allocation and Leaf Attributes in a Wide Range of Woody Plant Species and Types. *The Journal of Ecology*, 84(5). <https://doi.org/10.2307/2261337>
- Cuéllar, N. D., & Arrieta Herrera, J. M. (2010). Evaluación de respuestas fisiológicas de la planta arbórea *Hibiscus rosasinensis* L. (Cayeno) en condiciones de campo y vivero. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 11(1). https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num1_art:196
- Durbin, J. (1960). Estimation of Parameters in Time-Series Regression Models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 22(1). <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1960.tb00361.x>
- Gallegos Reina, A., & Perles Roselló, M. J. (2019). Relaciones entre los cambios en los usos del suelo y el incremento de los riesgos de inundabilidad y erosión: análisis diacrónico en la provincia de Málaga (1957–2007). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 81. <https://doi.org/10.21138/bage.2740>
- Geisseler, D., & Scow, K. M. (2014). Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms - A review. En *Soil Biology and Biochemistry* (Vol. 75). <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.03.023>
- Giraldo Ríos, F. A. (1985). *Fertilización química y orgánica en el cultivo del brevo (Ficus carica L.) en la granja Tesorito, vereda La Enea, municipio de Manizales*.
- Hernández-González, G. (2019). Modelo espacial bayesiano para la dinámica de transmisión de dengue en Puerto Rico para datos del 2014. *InterSedes*, 20(42). <https://doi.org/10.15517/isucr.v20i42.41848>
- Kesavan, K., Gnanasekaran, J., Gurunagarajan, S., & Nayagam, A. A. J. (2018). Microscopic, physicochemical and phytochemical analysis of *Gardenia jasminoides* (Ellis). *International*

- Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 10(1).
<https://doi.org/10.22159/ijpps.2018v10i1.21665>
- Lee, J. H., & Heuvelink, E. (2003). Simulation of leaf area development based on dry matter partitioning and specific leaf area for cut chrysanthemum. *Annals of Botany*, 91(3).
<https://doi.org/10.1093/aob/mcg015>
- Montesino, L. P., Fiallo, V. R. F., & Torres, L. R. G. (2009). Condiciones de cultivo, técnicas de propagación y distribución de las especies cultivadas con fines ornamentales en el Municipio Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 187–201.
- Montgomery, D. (2004). Diseño y análisis de experimentos. En *Limusa Wiley*.
- Murguía, J. (2007). *Producción de orquídea, anturio, gardenia y ave del paraíso*. Universidad Veracruzana, Fundación Produce Veracruz. Curso de capacitación.
- Parmar, V. S., Sharma, S. K., & Poonam, &. (2000). Novel Constituents of Gardenia Species-A Review. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 59.
- Poorter, L. (1999). Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: The relative importance of morphological and physiological traits. *Functional Ecology*, 13(3).
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.1999.00332.x>
- R Core Team. (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Santos, M., Segura, M., & Núñez, C. E. (2010). Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(1).
- Schulze, E.-D., & Caldwell, M. M. (1995). Overview: perspectives in ecophysiological research of photosynthesis. *Ecophysiology of photosynthesis*, 553–564.
- Shapiro, S. S., & Francia, R. S. (1972). An approximate analysis of variance test for normality. *Journal of the American Statistical Association*, 67(337).
<https://doi.org/10.1080/01621459.1972.10481232>
- Thirkell, T. J., Cameron, D. D., & Hodge, A. (2016). Resolving the ‘nitrogen paradox’ of arbuscular mycorrhizas: fertilization with organic matter brings considerable benefits for plant nutrition and growth. *Plant Cell and Environment*, 39(8). <https://doi.org/10.1111/pce.12667>
- Tiwari, J. P., & Rajput, C. B. S. (1976). Significance of nitrogen on the growth, flowering and fruiting of mango cultivars. *Acta Horticulturae*, 57. <https://doi.org/10.17660/actahortic.1976.57.3>
- Vigneault, B., Percot, A., Lafleur, M., & Campbell, P. G. C. (2000). Permeability changes in model and phytoplankton membranes in the presence of aquatic humic substances. *Environmental Science and Technology*, 34(18). <https://doi.org/10.1021/es001087r>
- Zhou, J., Zhang, Y., Li, N., Zhao, D., Lu, Y., Wang, L., & Chen, X. (2020). A systematic metabolic pathway identification of Common Gardenia Fruit (*Gardeniae Fructus*) in mouse bile, plasma, urine and feces by HPLC-Q-TOF-MS/MS. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 1145. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2020.122100>

SEMBLANZA DE LOS AUTORES

Jairo Enrique Melo Ballesteros: Ingeniero agrónomo de la Universidad de Cundinamarca. Docente de la Institución Educativa Departamental Nacionalizado de Paimé. Líder de proyectos educativos ambientales en diferentes áreas. Participación en eventos nacionales.



Yuly Paola Sandoval Cáceres: Ingeniera agrónoma de la Universidad de Cundinamarca, Máster en Ciencias Agrarias, línea de investigación en Entomología, de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Sus investigaciones se han centrado en las áreas de la entomología con énfasis en la identificación de insectos nocivos, ecología química y cría de insectos. Actualmente se desempeña en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).



Ginna Natalia Cruz Castiblanco: Ingeniera agrónoma de la Universidad de Cundinamarca, Especialista y Máster en estadística aplicada, de la Universidad Santo Tomás. Sus investigaciones se han centrado en las áreas de fitopatología, entomología y estadística, con énfasis en el desarrollo de metodologías para evaluar el comportamiento de plagas, enfermedades y los factores bióticos y abióticos que favorecen su prevalencia. Durante su trayectoria, ha diseñado y validado métodos de control en campo en sistemas productivos de aguacate, cacao, mango, papa y pasifloras (gulupa y granadilla). Además, ha adquirido amplia experiencia en la implementación y ejecución de programas para el monitoreo de plagas y enfermedades y el análisis estadístico de encuestas, modelos bayesianos y experimentos. Actualmente se desempeña en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).



Wilmar Alexander Wilches Ortiz: Ingeniero agrónomo de la Universidad de Cundinamarca, con maestrías en cambio climático de la Universidad Internacional Iberoamericana de Puerto Rico, en Seguridad Alimentaria de la Universidad Abierta y a Distancia de México -UnADM y en Biotecnología Alimentaria de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. Actualmente se desempeña en áreas de investigación relacionadas a fuentes microbiológicas de resistencia a enfermedades en cultivo de uchuva, inmovilización de Cd y As en arroz y cacao, biofertilización en cultivos de caña, tomate, papa, uchuva, mora y caucho. Actualmente se desempeña en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia).

