



Evaluación de diferentes densidades de siembra en el cultivo de *Dianthus barbatus*, variedades Green Ball y Kiwi Mellow*

Jhoan Sebastián Abril Rodríguez^a ■ Javier Giovanni Álvarez Herrera^b ■ Marilcen Jaime Guerrero^c

Resumen: El clavel tiene gran importancia para la floricultura colombiana, siendo *Dianthus barbatus*, en sus variedades Kiwi Mellow y Green Ball, una alternativa de crecimiento del sector, debido a la belleza que aporta a los arreglos florales. No obstante, las empresas colombianas necesitan innovar y optimizar recursos para llevar un manejo adecuado del espacio de siembra y así mejorar su productividad. Por lo anterior, se evaluaron diferentes densidades de siembra y contenedores en las variedades mencionadas, para lo que se empleó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos por variedad (23 plantas/m², dos contenedores por cama; 46 plantas/m², dos contenedores por cama; 27 plantas/m², un contenedor por cama; 54 plantas/m², un contenedor por cama), con cuatro repeticiones por tratamiento. La densidad de siembra de 54 plantas/m² en un contenedor por cama, para las variedades Kiwi Mellow y Green Ball, tuvo un efecto significativo sobre la productividad, incrementando los rendimientos en 30 % y 20 %, respectivamente, en comparación al tratamiento común de la zona (densidad de siembra de 23 plantas/m²). El aumento de las densidades de siembra no afectó los parámetros de calidad de la flor, ni aumentó las pérdidas por calidad nacional. La variedad Kiwi Mellow tiene un 3,16 % más de unidades *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) en promedio que Green Ball. La mejor rentabilidad en el cultivo de *D. barbatus* para las dos variedades evaluadas fue obtenida con la densidad de siembra de 54 plantas/m², superando respectivamente en un 34 % y 15 % al tratamiento de la zona.

Palabras clave: clavel; flores; floricultura; clorofila; ramo

Recibido: 30/05/2023 **Aceptado:** 22/09/2023 **Disponible en línea:** 27/12/2023

* Artículo de investigación.

- a Ingeniero agrónomo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Correo electrónico: jhoan.abril@uptc.edu.co ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-6362-323X>
- b Ph. D. en ciencias agrarias, magíster en ciencias agrarias. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de Investigaciones Agrícolas, Tunja, Colombia. Correo electrónico: javier.alvarez@uptc.edu.co ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1737-6325>
- c Magíster en fisiología vegetal, ingeniera agrónoma. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de Investigaciones Agrícolas, Tunja, Colombia. Correo electrónico: marilcen.jaime@uptc.edu.co ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4300-6800>

Cómo citar: J. S. Abril Rodríguez, J. G. Álvarez Herrera, y M. Jaime Guerrero «Evaluación de diferentes densidades de siembra en el cultivo de *Dianthus barbatus*, variedades Green Ball y Kiwi Mellow», Cien.Ing.Neogranadina, vol. 33, n.º 2, pp.39-49.Diciembre 2023.

Evaluation of Different Planting Densities in the Cultivation of *Dianthus barbatus*, Green Ball, and Kiwi Mellow Varieties

Abstract: Carnation holds great importance in Colombian floriculture, with *Dianthus barbatus*, in its Kiwi Mellow and Green Ball varieties, being an alternative for sector growth due to the beauty it adds to floral arrangements. However, Colombian companies need to innovate and optimize resources to manage planting space effectively and improve productivity. Therefore, different planting densities and containers were evaluated for the mentioned varieties, using a completely randomized design with four treatments per variety (23 plants/m², two containers per bed; 46 plants/ m², two containers per bed; 27 plants/ m², one container per bed; 54 plants/ m² one container per bed), with four repetitions per treatment. The planting density of 54 plants/ m² in one container per bed, for the Kiwi Mellow and Green Ball varieties, had a significant effect on productivity, increasing yields by 30% and 20%, respectively, compared to the common treatment in the area (planting density of 23 plants/ m²). The increased planting densities did not affect flower quality parameters or increase losses due to national quality. The Kiwi Mellow variety has an average of 3.16% more *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) units than Green Ball. The best profitability in the cultivation of *D. barbatus* for the two evaluated varieties was achieved with a planting density of 54 plants/ m², surpassing the zone treatment by 34% and 15%, respectively.

Keywords: Carnation; Flowers; Floriculture; Chlorophyll; Bouquet

Introducción

El sector floricultor colombiano se destaca como un gran dinamizador de la economía y es el segundo comercializador de flores en el mundo después de Holanda, ya que un 95 % de la producción tiene enfoque al mercado internacional y se exporta [1]. La producción de flores en Colombia se ha posicionado como un gran generador de puestos de trabajo, ya que por cada hectárea de cultivo se generan alrededor de 17 empleos, alcanzando a crear 140 000 empleos entre directos e indirectos en más de 60 municipios colombianos, distribuidos en más de 400 empresas. Las flores exportadas provienen principalmente de los departamentos de Cundinamarca (66 %) y Antioquia (33 %) [2].

Colombia ofrece gran variedad de flores para exportación, dentro de las que se destacan rosas, claveles, astromelias, crisantemos, anturios y heliconias, siendo el clavel el segundo mayor producto floral exportado [3]. Hay más de 300 especies de *Dianthus* en el mundo [4] y actualmente existe una tendencia creciente a la siembra de variedades de la especie *Dianthus barbatus*, dentro de las que sobresalen las variedades Green Ball, también conocida como Green Trick, y Kiwi Mellow, las cuales son producto del cruzamiento de variedades de *D. barbatus* con floración lenta, que en la segregación presentan floración nula. Se caracterizan por sus puntas agudas, de color verde claro en el Green Ball y rojizo en Kiwi Mellow [5], así como por sus largas y brillantes hojas verde oscuro, con tallos fuertes que las convierten en un gran acompañamiento para grandes ramos de alta calidad, en tanto que la cabeza de color verde de la flor, redonda y bien estructurada, da a los arreglos florales (*bouquets*) una gran belleza [4].

La demanda creciente en el mercado de exportación de *D. barbatus*, por el valor estético que aporta a los arreglos florales, obliga a las empresas colombianas a buscar estrategias de innovación y optimización de los recursos, lo cual conlleva a un manejo adecuado de espacio, mano de obra, riego y fertilización, sin sacrificar los parámetros de calidad, manteniendo a la vez la competitividad y mejorando los resultados en términos de productividad.

Al respecto, en la producción de cualquier cultivo agrícola uno de los recursos más importantes es el espacio, por lo que alcanzar una mayor productividad sin tener que aumentar el área de producción es la condición que se desea obtener [6]. Bajo el sistema de producción actual, con una densidad de siembra de 23 plantas/m², la productividad es de 132 tallos/m² al año; no obstante, al aumentar la densidad de siembra al doble (46 plantas/m²), dejando dos brotes por planta, se espera que la producción se incremente, sin que se conozca en qué porcentaje aumentará la productividad, qué calidad se va a obtener y cuál será la relación costo beneficio. En este sentido, Kazaz *et al.* (2011) [6] mencionan que los cultivares tardíos deben ser sembrados con una densidad de siembra baja (40 plantas/m²), mientras que los cultivares con bajo rendimiento de flores deben plantarse con densidades de siembra mayores (45, 48 y 50 plantas/m²); del mismo modo, el cultivo se ha venido sembrando en camas con dos contenedores y se quiere conocer el rendimiento obtenido al sembrar en camas con un solo contenedor, de forma que se aproveche mejor el espacio y se aumente la densidad de siembra.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue estudiar diferentes densidades de siembra en el cultivo de *D. barbatus*, variedades Green Ball y Kiwi Mellow.

Materiales y métodos

Localización

La investigación se realizó en la empresa Florval S.A.S., sede Queens Flowers Colombia, en el municipio de Gachancipá (Cundinamarca), ubicada a una latitud de 5°0'34" N y una longitud de 73°51'12" O, a 2568 m sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 12,9 °C y una humedad relativa del 82 %.

Material vegetal

D. barbatus L. es una planta perenne de la familia Cariofilaceae, del género *Dianthus*, cuyos tallos pueden llegar a medir entre 70 y 90 cm de altura, con flores generalmente hermafroditas,

las cuales presentan polinización cruzada y poseen una cabeza de flor con un diámetro de 7 a 8 cm. Las flores pueden presentar colores intensos de rojo, rosa, blanco, y ser bicolor; asimismo, el número de semillas varía de 50 a 1000 en las cápsulas maduras, que pueden pesar en promedio 1,8 g. El ciclo de producción varía entre 10 a 12 semanas, dependiendo de condiciones climáticas, latitud y altitud [7].

Diseño experimental

Se evaluó el comportamiento de las dos variedades, para lo cual se empleó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos para cada una y cuatro repeticiones por tratamiento, conformando 32 unidades experimentales (UE) en total. Cada UE estuvo conformada por una cama de 36 m².

Los tratamientos se sembraron el mismo día, bajo condiciones semicontroladas en un invernadero de plástico, en los bloques 5 y 9 de la finca, en donde se instalaron respectivamente las variedades Green Ball y Kiwi Mellow, con el fin de que no quedaran ubicados en los extremos para evitar el efecto borde; asimismo, todos los tratamientos quedaron en la misma válvula de riego, para garantizar condiciones de fertilización homogénea.

El primer tratamiento tuvo una densidad de siembra de 23 plantas/m² (DS23C2), en una cama estándar (dos contenedores de 30 cm de ancho por 30 m de largo por cama), con selección de tres brotes por planta y una línea de goteo. El segundo tratamiento correspondió a una densidad de siembra de 46 plantas/m² (DS46C2), en una cama estándar, con selección de dos brotes por planta y una línea de goteo. El tercer tratamiento tuvo una densidad de siembra de 27 plantas/m² (DS27C1), en una cama de un solo contenedor (de 70 cm de ancho por 30 m de largo), con una selección de tres brotes por planta y tres líneas de goteo. Para el cuarto tratamiento se utilizó una densidad de siembra de 54 plantas/m² (DS54C1), en una cama de un solo contenedor, con selección de dos brotes por planta y tres líneas de goteo. Se seleccionaron brotes para el muestreo de entre 6 y 8 semanas, los cuales presentaban una vigorosidad uniforme.

Variables de respuesta

La productividad se determinó midiendo diariamente el total de tallos/m² cortados por cama para cada tratamiento. El diámetro de flor o tamaño de cabeza se midió en 30 tallos por cada UE en punto de corte, en tres cosechas, con un pie de rey digital (Mitutoyo Corporation; precisión 0,05 mm). El peso del ramo se estableció tomando tres ramos por cama para cada UE, considerando que 10 tallos constituyen un ramo, y pesándolos en una balanza de precisión 0,01 g Acculab VIC612 (Sartorius Spain S.A.). El contenido de clorofila se midió en 10 plantas por UE, mediante un SPAD-502 Plus (Decagon Devices Inc.). La calidad se determinó clasificando los tallos en tipo exportación y nacionales (cabeza pequeña, cabeza deforme, tallo torcido, tallo corto), para lo cual se contaron los tallos en poscosecha por cada UE.

Adicionalmente, se determinó la relación beneficio/costo (RB/C) de acuerdo a la ecuación (1), para lo cual se tomaron los rendimientos en mano de obra del personal en las labores de trasplante, desbrote y desbotone, con el objetivo de calcular el costo económico empleado en cada uno de los tratamientos, debido a que, con el aumento de la densidad, paralelamente se incrementa el tiempo necesario para la ejecución de estas labores. Luego, los costos totales se calcularon teniendo en cuenta la mano de obra, el material vegetal y la elaboración de los diferentes tipos de camas requeridas en cada tratamiento. Asimismo, se estimó la productividad (m²/año) mediante una proyección por año de los ciclos de cultivo.

$$R_{B/C} = \frac{\text{Ingreso Neto}}{\text{Costo Total}} \quad (1)$$

Donde:

Ingreso bruto = Productividad × Valor del producto

Ingreso Neto = Ingreso Bruto - Costo Total

Costo Total = Costos fijos + Costos Variables

Análisis de la información

Los datos recolectados fueron sometidos a un análisis de varianza (Anova) para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos y también

se hizo un análisis de varianza longitudinal, con el fin de determinar las diferencias entre las mediciones en el tiempo. Posteriormente, se realizaron pruebas de comparación de promedios de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando el programa estadístico SAS® OnDemand for Academics (SAS Institute Inc.).

Resultados y discusión

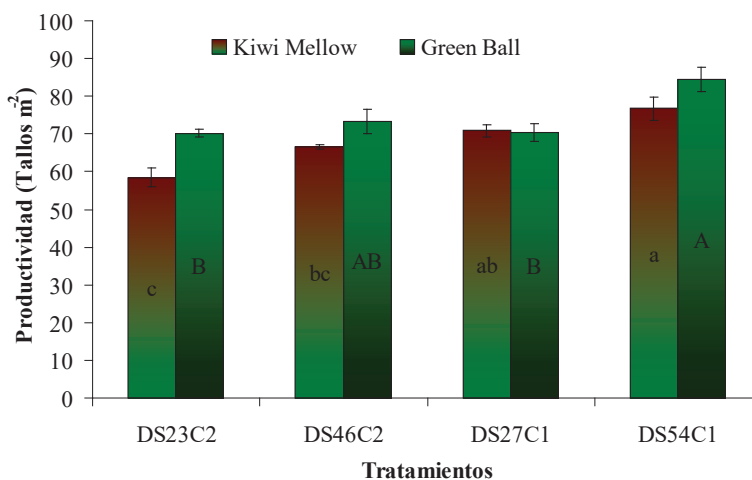
Productividad

Se presentaron diferencias significativas en la producción. El tratamiento DS54C1 tuvo en promedio un 31,3 % más producción que el tratamiento DS23C2 (figura 1). Hubo diferencias altamente significativas en la producción de tallos por unidad de área en la variedad Green Ball. El tratamiento que presentó los valores más altos fue el DS54C1, superando en un 14 %, 16 % y 17 % a DS27C1, DS46C2 y DS23C2, respectivamente (figura 1). Estos resultados fueron similares a los obtenidos en la variedad Kiwi Mellow, lo cual demuestra un comportamiento muy homogéneo para la especie en la respuesta presentada al factor densidad de siembra respecto a la productividad.

Los mayores rendimientos de cultivo se obtuvieron al establecer un mayor número de plantas por unidad de superficie, lo cual concuerda con Cortés *et al.* (2013) [8], quienes reportaron los valores más altos en la producción de tallos de *Rosmarinus officinalis* L. al aumentar la densidad de siembra. No obstante, los resultados contrastan con Kazaz *et al.* (2011) [6], quienes mencionan que en *D. barbatus*, la productividad disminuyó conforme se incrementó la densidad de siembra, y resaltan que la mayor producción se alcanzó con una densidad de 40 plantas/m² y que la variedad con mejores rendimientos fue White Natila, con 206 tallos/m².

Al respecto, Zhang *et al.* (2021) [9] afirman que, a partir de cierto aumento en la densidad de siembra, la producción por planta se reduce mientras que el rendimiento por unidad de superficie aumenta. Aun así, una de las estrategias agronómicas más fáciles de implementar es el manejo de la densidad de siembra, ya que tiene gran impacto en el aumento tanto de la fotosíntesis como de la producción de flores y frutos, debido a que un mayor número de plantas por área implica una mayor interceptación de la radiación lumínica, lo cual conduce a una mayor productividad.

Figura 1. Producción de *D. barbatus* Kiwi Mellow y Green Ball bajo diferentes densidades de siembra. DS23C2: 23 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS46C2: 46 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS27C1: 27 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor; DS54C1: 54 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor. Letras minúsculas y mayúsculas distintas indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para Kiwi Mellow y Green Ball, respectivamente, según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Las barras verticales indican el error estándar (n=6 Kiwi Mellow; n=4 Green Ball).



Fuente: elaboración propia.

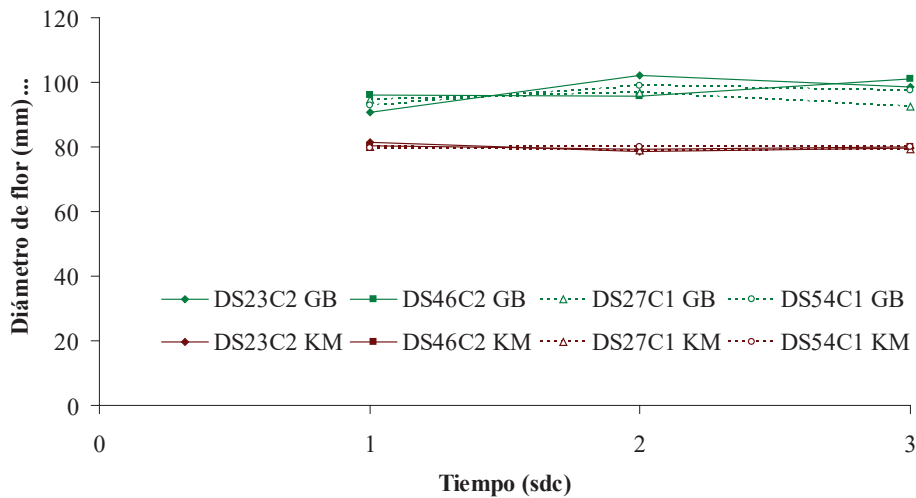
Diámetro de flor

No se hallaron diferencias estadísticamente significativas para el diámetro de la flor entre los tratamientos a lo largo del periodo de cosecha (figura 2). Los diámetros promedio se mantuvieron entre 79 y 82 mm, con una variación del 3,5 %, y cumpliendo con los parámetros de calidad de exportación, los cuales deben ser mínimo de 70 mm. Para el cultivar Green Ball tampoco hubo diferencias estadísticas en esta variable entre las densidades de siembra. Los valores promedio obtenidos para las diferentes mediciones en el tiempo estuvieron entre 90 y 105 mm. Lo anterior es importante, ya que indica que se puede aumentar la densidad de siembra y obtener mayor rentabilidad, en tanto que la calidad no se ve afectada.

Los anteriores resultados son superiores a los observados por Lenzi *et al.* (2015) [10], cuyos

promedios oscilan entre 50 y 64 mm para *D. barbatus* × *chinensis*. Ello indica que la densidad poblacional no tiene un efecto marcado en el crecimiento de la cabeza de los tallos de las variedades analizadas, lo cual es acorde con Kazaz *et al.* (2011) [6], quienes reportan que el diámetro de los tallos de *D. barbatus* no fue afectado de manera significativa por las densidades de siembra. No obstante, Cabrera *et al.* (1993) [11] encontraron que, en el cultivo de crisantemo pompón, un incremento en el número de plantas por unidad de superficie aumentó la producción por metro cuadrado, pero disminuyó los estándares de calidad de los tallos cosechados, principalmente en el peso y el diámetro de flor requeridos para exportación. Estudios similares realizados en el cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), también encontraron variación en el tamaño y peso del cáliz, obteniendo menores valores con mayores densidades de siembra [12].

Figura 2. Diámetro de flor de *D. barbatus* Kiwi Mellow y Green Ball bajo diferentes densidades de siembra. DS23C2: 23 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS46C2: 46 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS27C1: 27 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor; DS54C1: 54 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor. sdc: semanas después de cosecha.



Fuente: elaboración propia.

Peso de ramo

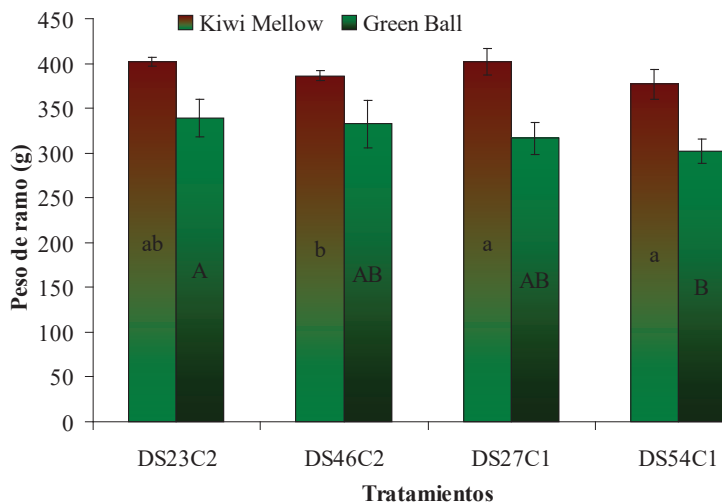
Se hallaron diferencias altamente significativas entre tratamientos para el peso de ramo en el cultivar Kiwi Mellow (figura 3). Las condiciones aplicadas con menor densidad de siembra (DS23C2 y DS27C1) fueron superiores en un 5,4 % a los tratamientos con mayor densidad (DS46C2 y DS54C1). Para la variedad Green Ball también se presentaron diferencias altamente significativas entre las densidades de siembra para el peso de ramo. Los tratamientos con las menores densidades de siembra (DS23C2 y DS27C1) mostraron en promedio los mayores valores de peso de ramo (336 g) mientras que las densidades más altas (DS46C2 y DS54C1) alcanzaron valores de 309 g, siendo inferiores en un 8,49 %.

Aun así, todos los tratamientos en las dos variedades sobrepasaron los 300 g, peso mínimo requerido en Kiwi Mellow para ser un ramo de calidad de exportación. Estos resultados concuerdan con

Kazaz *et al.* (2011) [6], quienes mencionan que la masa fresca de tallo disminuyó conforme se aumentó la densidad de siembra en todos los cultivares de *D. barbatus*. Asimismo, Cabrera *et al.* (1993) [11] obtuvieron que el mayor número de tallos por unidad experimental conlleva a una disminución en la masa promedio de los tallos, por lo que el peso de ramo final se verá afectado, similar a lo encontrado por Ríos y Filgueira (2019) [13].

Cabe resaltar que, al aumentar la densidad de siembra, el área foliar por planta se ve reducida, porque cada individuo ocupa una menor área dado el mayor número de plantas en una misma superficie [14]. Asimismo, la disminución del área foliar en la planta puede ser la causa de que los tallos producidos por la misma disminuyan su masa, ya que el área foliar es determinante en procesos fisiológicos que determinan el crecimiento vegetal, la interceptación de la luz, la eficiencia en la fotosíntesis, la transpiración y la respuesta a la aplicación de agua y nutrientes [15].

Figura 3. Peso promedio de ramos de *D. barbatus* Kiwi Mellow y Green Ball bajo diferentes densidades de siembra. DS23C2: 23 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS46C2: 46 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS27C1: 27 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor; DS54C1: 54 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor. Letras minúsculas y mayúsculas distintas indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para Kiwi Mellow y Green Ball, respectivamente, según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Las barras verticales indican el error estándar (n=6 Kiwi Mellow; n=4 Green Ball).



Fuente: elaboración propia.

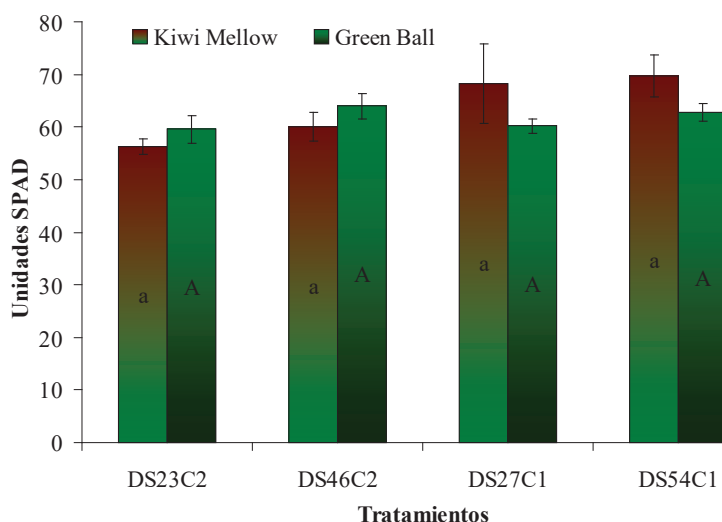
Contenido de clorofila

No se observaron diferencias significativas en el contenido de clorofila, y los valores de unidades SPAD en todos los tratamientos oscilaron entre 56,2 y 69,7 (figura 4). En cuanto a la variedad Green Ball, tampoco hubo diferencias para el contenido de clorofila y se presentaron valores entre 59 y 64 unidades SPAD, con un promedio menor (61,6) en comparación con Kiwi Mellow (63,56), equivalente a un 3,16 % de diferencia.

Estos datos son superiores al rango de 38,4 a 54,1 encontrado por Lenzi *et al.* (2015) [10] para

diferentes cultivares de *D. barbatus* sometidos a la aplicación de paclobutrazol. Asimismo, se han reportado valores de unidades SPAD para dos cultivares de *Dianthus chinensis* que oscilaron entre 49,7 y 58,4 [16]. Lo anterior denota un alto contenido de nitrógeno en el cultivar Kiwi Mellow respecto a otras especies, característica fenotípicamente evidente en la especie. Además, la ausencia de diferencias estadísticas entre tratamientos puede atribuirse a la homogeneidad en el riego y la fertilización, garantizada al estar todas las réplicas de los cuatro tratamientos del estudio asociadas a una misma válvula de riego.

Figura 4. Unidades SPAD de *D. barbatus* Kiwi Mellow y Green Ball bajo diferentes densidades de siembra. DS23C2: 23 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS46C2: 46 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS27C1: 27 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor; DS54C1: 54 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor. Letras minúsculas y mayúsculas distintas indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para Kiwi Mellow y Green Ball, respectivamente, según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Las barras verticales indican el error estándar (n=6 Kiwi Mellow; n=4 Green Ball).



Fuente: elaboración propia.

Pérdidas por calidad nacional

No se apreciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en los atributos de calidad nacional por cabeza deforme (NCD), nacional por tallo corto (NTC) y nacional por tallo torcido (NTT), pero sí en la calidad nacional por cabeza pequeña (NCP), debido a que el tratamiento DS23C2 registró el mayor porcentaje de pérdidas por esta causa (figura 5). La variedad Green Ball no tuvo

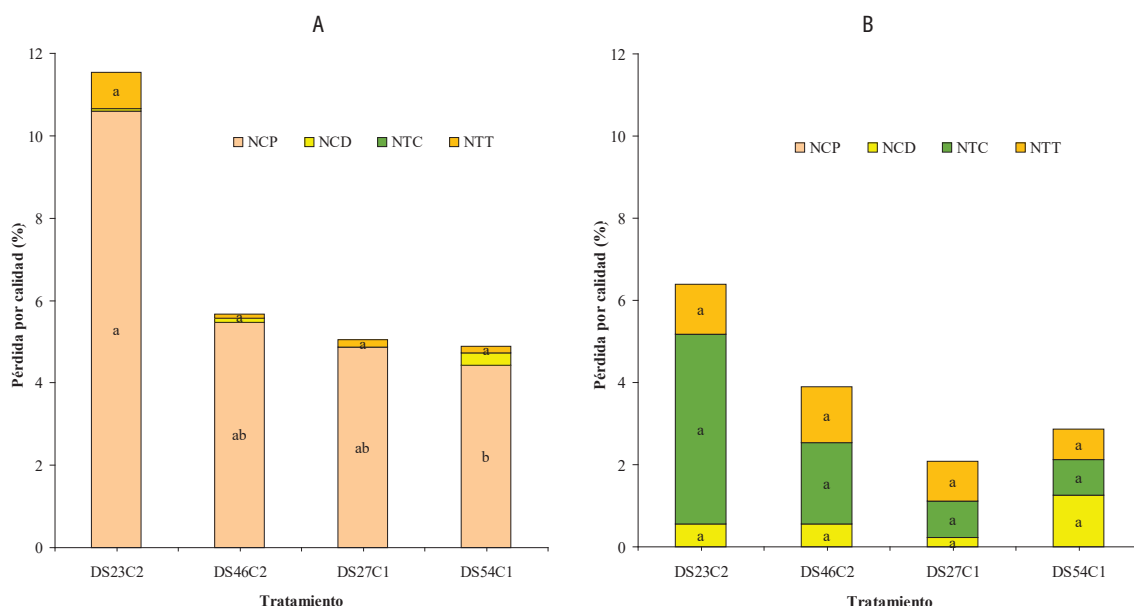
diferencias significativas entre tratamientos para las calidades NCD, NCP, NTT, si bien el porcentaje de calidad NTC registró diferencias estadísticas, dado que los tratamientos DS23C2 y DS46C2 presentaron pérdidas de 4,6 % y 2,0 % respectivamente, lo que se puede atribuir a un comportamiento propio de la variedad, que tiende a tener tallos de menor longitud respecto a Kiwi Mellow.

Lo anterior contrasta con Paniagua-Hernández *et al.* (2020) [16], quienes concluyeron que al

manejar densidades de siembra altas en *Tithonia diversifolia* (10 000 plantas/ha), los valores promedio del diámetro basal y de la copa son menores en comparación con los datos obtenidos en las densidades poblacionales bajas (4444 plantas/ha). Los resultados hallados permiten inferir que el

aumento de la densidad poblacional de las plantas de Kiwi Mellow no tiene un efecto marcado sobre variables de calidad como NCD, NTC o NTT, y en general el comportamiento de los cuatro tratamientos fue muy similar a lo largo del periodo de cosecha.

Figura 5. Pérdidas por calidad en *D. barbatus* A) Kiwi Mellow y B) Green Ball bajo diferentes densidades de siembra. NCP: nacional por cabeza pequeña; NCD: nacional por cabeza deforme; NTC: nacional por tallo corto; NTT: nacional por tallo torcido; DS23C2: 23 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS46C2: 46 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS27C1: 27 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor; DS54C1: 54 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor. Letras minúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para cada una de las calidades según la prueba de Tukey (P≤0,05).



Fuente: elaboración propia.

Análisis económico

En la tabla 1 se plasman los valores del análisis económico para la variedad Kiwi Mellow, pudiéndose apreciar que el tratamiento con una densidad de siembra de 46 plantas/m² en dos contenedores mostró la mayor RB/C (1,12), seguida por el tratamiento con 27 plantas/m² en un contenedor (RB/C = 1,08). No obstante, también se observa que la mayor utilidad la tuvo el tratamiento con 54 plantas/m² en

un contenedor. Por lo mencionado anteriormente y aunque hay tratamientos que tienen una mejor relación costo/beneficio, el tratamiento con la mejor proyección es el de 54 plantas/m² en un contenedor, dado que es el que mayor ganancia económica presenta, ya que supera respectivamente en un 6 %, 10 % y 34 % a los tratamientos DS27C1, DS46C2 y DS23C2. Cabe resaltar que la siembra de 23 plantas/m² en dos contenedores es la que actualmente se viene utilizando en la zona del estudio.

Tabla 1. Análisis económico en *Dianthus barbatus* Kiwi Mellow y Green Ball bajo diferentes densidades de siembra

Variedad	Tratamiento	Productividad (tallos/m ²)	Costos de producción (\$)	Ganancia bruta (\$)	Ganancia neta (\$)	RB/C
Kiwi Mellow	DS23C2	116	107 639	206 934	99 294	0,92
	DS46C2	142	120 013	254 946	134 933	1,12
	DS27C1	152	130 498	271 907	141 409	1,08
	DS54C1	166	145 090	295 879	150 789	1,04
Green Ball	DS23C2	148	107 639	264 315	157 054	1,46
	DS46C2	158	120 013	282 732	163 352	1,37
	DS27C1	155	130 498	276 472	146 362	1,12
	DS54C1	184	145 090	329 100	184 538	1,28

RB/C: Relación beneficio/costo; DS23C2: 23 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS46C2: 46 plantas/m² sembradas en una cama con dos contenedores; DS27C1: 27 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor; DS54C1: 54 plantas/m² sembradas en una cama de un contenedor.

Fuente: elaboración propia.

Para la variedad Green Ball, se puede apreciar que el tratamiento con 23 plantas/m² en dos contenedores mostró la mayor RB/C (1,46), seguida por el tratamiento con 27 plantas/m² en un contenedor (RB/C = 1,08). Sin embargo, también se observa que la mayor utilidad la consiguió el tratamiento con 54 plantas/m² sembradas en un contenedor, al igual que en la variedad Kiwi Mellow, superando en un 15 % al tratamiento de la zona (DS23C2).

En general, se encontró que aumentar la densidad de siembra en el cultivo de ambas variedades de *Dianthus barbatus* aporta beneficios significativos, ya que se pueden alcanzar mayores productividades, así como una mejor optimización del espacio, lo que facilita la programación de labores de cultivo, control de malezas y protección contra plagas y enfermedades.

Conclusiones

La densidad de siembra de 54 plantas/m² en el cultivo de *Dianthus barbatus* para las variedades Kiwi Mellow y Green Ball incrementó la productividad en 30 % y 20 %, respectivamente, en comparación con el tratamiento empleado en la zona de 23 plantas/m². El aumento en las densidades de siembra no afectó los parámetros de calidad de ninguna de las dos variedades. La mejor rentabilidad en el cultivo de *D. barbatus* para las dos variedades

evaluadas fue obtenida con la densidad de siembra de 54 plantas/m², usando un contenedor por cama. A pesar de que no hubo diferencias estadísticas para las unidades SPAD entre tratamientos en ninguna de las dos variedades, la variedad Kiwi Mellow posee mayor cantidad de unidades SPAD que Green Ball.

Agradecimientos

Los autores expresan gratitud a la empresa Florval S.A.S., sede Queens Flowers Colombia, por permitir el desarrollo de la investigación.

Referencias

- [1] G. Mejía, A. Sarmiento y W. Guerrero, "Truck and Cross-Docking Scheduling in the Flower Export Sector in Colombia". *Transportation Research Record*, vol. 2677, no. 5, pp. 352-366, 2022. <https://doi.org/10.1177/03611981221130332>
- [2] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), "Cadena de Flores, Follajes y Ornamentales", 2020. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Flores/Documentos/2020-12-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- [3] W. A. Romero-Cuervo, E. H. Pinzón-Sandoval y M. A. Luis-Ayala, "Phenology and growth flower of *Dianthus caryophyllus* L. cv.'Moon Light' under greenhouse", *Revista de Ciencias Agrícolas*, vol. 39, no. 1, pp. 7-15, 2022. <https://doi.org/10.22267/rcia.223901.167>

- [4] R. A. Sabo, P. Boboc, T. Hitter, E. Buta y M. Cantor, “*Dianthus barbatus* „green trick” new sortiments used in the floral design”, *Current Trends in Natural Sciences*, vol. 7, no. 13, pp. 187-194, 2018. <https://natsci.upit.ro/media/1659/paper-25.pdf>
- [5] L. D. Sparnaaij y H. J. J. Koehorst-van Putten, “Selection for early flowering in progenies of interspecific crosses of ten species in the genus *Dianthus*”, *Euphytica*, vol. 50, pp. 211-220, 1990. <https://doi.org/10.1007/BF00023647>
- [6] S. Kazaz, F. E. Tekintas y M. A. Askin, “Effects of planting density and system on growth and flowering of spray carnations”, *Journal of Cell & Plant Science*, vol 2, no. 2, pp. 1-6, 2011. https://www.sonerkazaz.com/wp-content/uploads/20_s.pdf
- [7] P. Sharma, Y. C. Gupta, S. R. Dhiman, P. Sharma y B. Bhargava, “Effect of planting time on growth, flowering and seed yield in *Dianthus barbatus* L.”, *Natl. Acad. Sci. Lett.*, vol. 38, pp. 189-192, 2015. <https://doi.org/10.1007/s40009-014-0336-2>
- [8] M. E. Cortés, F. Cañón, D. Rodríguez y M. Pérez, “Efecto de la densidad de siembra y el ambiente de cultivo sobre el rendimiento y la calidad de tallos de los cultivares de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) crespo e israelí”, *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 9, no. 2, pp. 186-199, 2013. <https://doi.org/10.18359/rfcb.345>
- [9] Y. Zhang, Z. Xu, J. Li y R. Wang, “Optimum planting density improves resource use efficiency and yield stability of rainfed maize in semiarid climate”, *Frontiers in Plant Science*, vol. 12, pp. 752606, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.752606>
- [10] A. Lenzi, M. Nannicini, P. Mazzeo y A. Baldi, “Effect of paclobutrazol in potted plants of four cultivars of *Dianthus barbatus* × *chinensis*”, *European Journal of Horticultural Science*, vol. 80, no. 2, pp. 87-93, 2015. <http://dx.doi.org/10.17660/eJHS.2015/80.2.7>
- [11] N. R. Cabrera, R. R. Obando y E. H. Criollo, “Respuesta de dos variedades de crisantemo pompon (*Chrysanthemum morifolium* Ramat y Helmf) a diferentes densidades de plantación en el municipio de Pasto”, *Rev. Cienc. Agríc.*, vol. 12, no. 2, pp. 115-123, 1993. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1242>
- [12] F. A. Ramos-Gutiérrez, B. Ramírez-Cortés, M. L. Sánchez-Machuca, F. J. Caro-Velarde y J. D. García-Paredes, “Yield and quality of three varieties of Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) with continuous harvest and unique harvest”, *Revista bio ciencias*, vol. 7, pp. e707, 2020. <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e707>
- [13] D. M. Ríos y J. J. Filgueira, “Estudio de las características reproductivas de híbridos de clavel (*Dianthus caryophyllus*)”, *Temas Agrarios*, vol. 24, no. 1, pp. 27-33, 2019. <https://doi.org/10.21897/rta.v24i1.1775>
- [14] C. A. Unigarro, J. R. Rendón y J. R. Acuña-Zornosa, “Densidad de siembra y fotosíntesis, el motor de la productividad en nuestros cafetales”, *Avances Técnicos Cenicafé*, vol. 525, pp. 1-8, 2021. <https://doi.org/10.38141/10779/0525>
- [15] J. R. Evans, “Improving photosynthesis”, *Plant physiology*, vol. 162, no. 4, pp. 1780-1793, 2013. <https://doi.org/10.1104/pp.113.219006>
- [16] R. Basyouni, B. L. Dunn y C. Goad, “The use of non-destructive sensors to assess nitrogen status in potted dianthus (*Dianthus chinensis* L.) production”, *Can. J. of Plant Sci.*, vol. 97, no. 1, pp. 44-52, 2016. <https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0059>
- [17] L. D. Paniagua-Hernández, L. M. Arias-Gamboa, A. Alpízar-Naranjo, M. A. Castillo-Umaña, M. I. Camacho-Cascante, J. E. Padilla-Fallas, *et al.*, “Efecto de la densidad de siembra y edad de rebrote en la producción y composición bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray”, *Pastos y Forrajes*, vol. 43, no. 4, pp. 275-283, 2020. <https://www.redalyc.org/journal/2691/269167438002/html/>

