

DENSIDADES DE SIEMBRA DE DOS VARIEDADES COMERCIALES DE CRISANTEMO, *Chrysanthemum morifolium* Ramat EN PIENDAMO (CAUCA)

Emilse Prieto C.*
Jorge A. Escobar G.**
Adolfo Posada D.***

COMPENDIO

Se evaluó el comportamiento y características agronómicas asociadas con el rendimiento y la calidad del producto en las variedades White Marble y Yellow Polaris, en los sistemas de tallo único y tallo despuntado. El diseño experimental de bloques completos al azar para cada variedad y sistema incluía cuatro tratamientos de densidad (80, 90, 110 y 115 tallos por 1.05 m^2), con seis repeticiones. La unidad experimental fue de 2.10 m^2 , cosechando 1.26 m^2 (1.05×1.20). Se observó marcado antagonismo entre la cantidad y la calidad del producto comercial. Los mayores rendimientos se obtuvieron con densidades de 110 y 115 tallos por 1.05 m^2 , pero no siempre la producción cumplía con los requisitos de diámetro de la flor mayor de siete cm y tres ó más flores comerciales por tallo. Tomando como criterio de decisión maximizar la producción de ramos aceptables, se considera como mejor alternativa en la variedad Yellow Polaris la densidad de 90 tallos por 1.05 m^2 en un arreglo 3/3/2/2/2/3/3 y con el sistema de tallo despuntado. Para White Marble sería preferible 80 tallos por 1.05 m^2 , con un arreglo 3/2/2/2/2/2/3 en el sistema de tallo único; pero la probabilidad de aceptación fue de sólo 0.666 y además presentó más susceptibilidad al enanismo.

ABSTRACT

The behavior and agricultural characteristics of two kinds of *Chrysanthemum* (White Marble and Yellow Polaris) were evaluated in terms of yield and quality of the product. Two different kinds of planting systems were applied (single stem and pinched stem). The experimental design in randomized whole blocks for each variety and system including four density treatments (80, 90, 110 and 115 stems per 1.05 m^2) was repeated six times. The experimental unit was of 2.10 m^2 ; 1.26 m^2 were harvested. A strong discrepancy between the quantity and quality of the product was observed. The highest yields were obtained with densities of 110 and 115 stems per 1.05 m^2 . However, the experimental units did not always met both requirements of a diameter greater than seven cm and three or more marketable flowers per stem. If maximizing production of acceptable bunches is taken as a decision variable, a density of 90 stems per 1.05 m^2 with a 3/3/2/2/2/3/3 arrangement with pinched stem for Yellow Polaris seems a better alternative. As for White Marble, it would be better to have 80 stems per 1.05 m^2 with a 3/2/2/2/2/2/3 arrangement in the single stem, but the probability of acceptance is only 0.666. In addition, White Marble showed more susceptibility to dwarfism.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

*** Flores del Cauca. Piendamó.

1. INTRODUCCION

El desarrollo alcanzado por la industria de las flores en Colombia, en los últimos años, la ha convertido en una fuente de empleo y en uno de los principales renglones agrícolas de exportación, después del café y el banana. El principal mercado es Estados Unidos, donde se vende el 92 o/o del total. La producción en invernadero de pompones y crisantemos para exportación alcanzó en 1983 aproximadamente 280 millones de ramos (6 a 8 tallos con peso de 280 a 320 g).

El éxito de los floricultores colombianos en el mercado internacional, se fundamenta en la calidad de la flor y en los bajos costos de producción. La calidad considera tanto el aspecto fitosanitario como el cumplimiento de normas de mercadeo, relacionadas con número y diámetro de flores, longitud y diámetro de tallo, y peso de los ramos.

Los objetivos del estudio fueron comparar características agronómicas asociadas con el rendimiento (producción y calidad) de las variedades White Marble y Yellow Polaris, en cuatro densidades o arreglos y dos sistemas de siembra (tallo único y tallo despuntado). En el estudio también se comparó la eficiencia productiva en los diferentes sistemas y densidades, tomando como criterio la producción de ramos comercialmente aceptables.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El ensayo se realizó en la plantación comercial de crisantemo de la empresa "Flores del Cauca Ltda", el 80 o/o de la cual está constituida por los grupos Cushion (Yellow Polaris) y Daisies (White Marble), situada en el municipio de Piendamó (Depto del Cauca), a una altura de 1864 m., con una temperatura promedio de 18°C, 80 o/o de humedad relativa y 2200 mm de precipitación anual. La fase experimental estuvo comprendida entre marzo y noviembre de 1984. Los sistemas de siembra se llevaron a cabo en forma sucesiva: primero el tallo único (STU), que duró 12 semanas, y luego el de tallo despuntado (STD), que duró 14 semanas.

Los factores en estudio fueron dos sistemas de siembra, y dos variedades (White Marble y Yellow Polaris) y cuatro densidades de siembra (80 , 90, 110 y 115 tallos por 1.05 m²). La densidad que se emplea en la empresa (110 tallos por 1.05 m²) se consideró como testigo (Cuadro 1). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con seis repeticiones, cada bloque consta de una cama (4.60 x 1.05 m). El área de la unidad experimental fue de 2.10 m² (2 x 1.05 m) y la de la parcela útil de 1.26 m².

Cuadro 1

Características de los tratamientos empleados para cada variedad y sistema de siembra

Tratamiento	No. de tallos en cada cuadro* a través de la era	No. de esquejes por fila	No. de tallos por 1.05 m ²	No. de tallos por unidad experimental
1	3/2/2/2/2/3	16	80	96
2	3/3/2/2/2/3/3	18	90	103
3 (testigo)	4/3/3/2/3/3/4	22	110	132
4	4/3/3/3/3/3/4	23	115	138

* Se usan mallas de alambre con cuadros de 15 x 20 cm.

** La unidad experimental útil fueron 42 cuadros.

Se tomaron al azar en la cama transversalmente, siete tallos por unidad experimental para medir las variables de respuesta altura de planta (semanal), número de hojas (semanal), diámetro del tallo al momento del corte (a 80 cm a partir de la cabeza foliar), número de flores comerciales por tallo, peso fresco de los ramos, longitud promedio del pedúnculo al iniciar apertura la flor, diámetro de la flor (tres flores por planta) y rendimiento por parcela.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Efecto de la densidad sobre el porcentaje de pérdida y el peso promedio de los tallos.

Para cada sistema de siembra y variedad se registró el porcentaje de pérdidas de tallos, estimado como la diferencia entre la población planificada y la población real, expresado como porcentaje de la población planificada (Cuadro 2). Por efecto de competencia intraespecífica las mayores pérdidas ocurren en niveles altos de población; las pérdidas oscilaron entre 1.04 o/o (para Yellow Polaris con densidad de 96 tallos por unidad experimental en el STD) y 17.51 o/o (para White Marble con densidad de 138 tallos por unidad experimental en el STD).

El mayor número de tallos por unidad experimental conlleva a una reducción en el peso promedio de los tallos, lo que implicaría la necesidad de más tallos para armar un ramo comercial en las más altas densidades. No obstante lo anterior, la producción (como producto del peso promedio del tallo x el número de tallos), presenta en términos generales los mayores rendimientos en las mayores densidades, lo cual es indicativo de que la reducción en el peso del tallo se compensa con el nivel de población, hecho que también ocurre en múltiples cultivos.

3.2. Efecto de los tratamientos sobre la producción y calidad de la flor.

Aunque se evaluaron múltiples variables de respuesta en el crisantemo, por las características de la comercialización las variables de decisión se relacionan con el rendimiento del producto y su calidad para el mercado internacional.

Según el análisis estadístico de la variable rendimiento, los efectos de bloque resultaron altamente significativos para White Marble en el STD y Yellow Polaris en el STU. En la prueba general de tratamientos el análisis detecta diferencias significativas o altamente significativas entre densidades, excepto para White Marble en STD. Los coeficientes de variación fueron en todos los casos inferiores al 8 o/o y la diferencia mínima significativa os-

Cuadro 2

Peso promedio de tallos, número de tallos, porcentaje de pérdida y rendimiento para cada sistema y variedad

Variedad	Densidad planificada No. tallos/U.E	Sistema de tallos único (STU)				Sistema de tallo despuntado (STD)			
		Peso Promedio g/tallo	No. real de tallos	Estimación de pérdidas o/o	Rendim. kg/U.E	Peso Promedio g/tallo	No. real de tallos	Estimación de pérdidas o/o	Rendim. kg/U.E
White	D ₁ = 96	44.60	92.83	3.30	4.14	40.44	90.50	5.73	3.66
	D ₂ = 108	42.67	101.00	6.48	4.31	37.16	98.50	8.80	3.66
	D ₃ = 132	38.20	123.83	6.19	4.73	34.42	115.33	12.63	3.97
	D ₄ = 138	37.39	123.83	10.27	4.63	33.56	113.83	17.51	3.82
Yellow	D ₁ = 96	58.90	91.17	5.03	5.37	49.37	95.00	1.04	4.69
	D ₂ = 108	51.08	104.33	3.40	5.33	47.00	106.17	1.69	4.99
Polaris	D ₃ = 132	44.14	125.50	4.92	5.54	41.92	126.67	4.04	5.31
	D ₄ = 138	44.25	130.17	5.67	5.76	39.92	133.50	3.26	5.33

ciló entre 255 y 458, lo cual representa detectar diferencias entre medias de tratamientos de 4.6 a 9 o/o con relación a la media general, indicando la adecuada sensibilidad de los ensayos.

No obstante las precauciones de siembra las poblaciones reales cosechadas fueron inferiores a las planificadas, existiendo mayores pérdidas, aunque el rendimiento fue superior, en niveles altos de densidad. Ello indicaría un incremento en la producción por tallo adicional.

Para cuantificar lo anterior se establecieron relaciones funcionales entre la densidad real y la producción, en cada sistema y variedad. El modelo de regresión lineal simple resulta significativo o altamente significativo en todos los casos con coeficientes de determinación (R^2) que variaron entre el 71 y el 96 o/o. En todos los casos las desviaciones de regresión resultaron no significativas, lo cual indica que el modelo de regresión lineal puede considerarse adecuado.

Puesto que cada variedad en cada sistema presenta un rango particular de variación en el número real de tallos (Cuadro 2), las ecuaciones de regresión se unificaron para su comparación en el nivel de 110 tallos por unidad experimental (Cuadro 3). Es claro que el STU (sistema de tallo único) produce mayores rendimientos que el STD y Yellow Polaris produce más que White Marble. Las pendientes representan el incremento en producción por tallo adicional y variaron entre 9 y 17 g, que de acuerdo al análisis estadístico son significativamente diferentes de cero.

3.3. Estimación de eficiencia.

Aunque existen diferencias significativas en la producción debidas a la densidad y la producción se incrementa al aumentar el número de tallos por unidad experimental, no necesariamente es recomendable niveles altos de densidad, pues debe considerarse la calidad del producto. Para el mercado la calidad esta supeditada al aspecto fitosanitario y al cumplimiento de requisitos mínimos en cuanto a diámetro de flor y número de flores comerciales.

El antagonismo entre cantidad (producción) y calidad, complica la decisión en cuanto al “mejor” tratamiento, debiéndose procurar un punto de equilibrio. Puesto que la decisión de aceptación del producto se debe al nivel de unidad experimental, para estimar la eficiencia se proponen los métodos, de probabilidad de aceptación e índice de eficiencia.

3.3.1. Estimación de la probabilidad.

Con base en las seis repeticiones se verificó el cumplimiento simultáneo

Cuadro 3

Ecuaciones de regresión unificadas para la comparación entre variedades y sistemas de siembra

Ecuación del rendimiento estimado kg / U.E	Variedad	Sistema
$\hat{Y} = 5.47^* + 0.009 (X_i - 110)$	Yellow Polaris	STU
$\hat{Y} = 4.99^* + 0.017 (X_i - 110)$	Yellow Polaris	STD
$\hat{Y} = 4.44^* + 0.017 (X_i - 110)$	White Marble	STU
$\hat{Y} = 3.84^* + 0.011 (X_i - 110)$	White Marble	STD
90 \leq $X_i \leq$ 133 Tallos reales por unidad experimental		

* Representa la producción promedio si se siembra a una densidad de 110 tallos por 1.05 m²

de que el número de flores fuera mayor o igual a tres y el diámetro de la flor mayor o igual a siete centímetros; la relación entre el número de unidades experimentales que cumplieran el requisito y el número total de unidades experimentales en cada tratamiento, se considera como un estimativo de la probabilidad de aceptación del producto.

Como era de esperarse, la probabilidad de aceptación es mayor en Yellow Polaris que en White Marble y ligeramente superior el STD (sistema de tallo despuntado) que el STU. La probabilidad de aceptación disminuye conforme aumenta la densidad, llegándose como extremo a que en White Marble a la más alta densidad sea solo del 33 o/o (Cuadro 4).

Para la decisión respecto al “mejor” tratamiento se generó la variable producción de ramos aceptables por era o cama estandar (31.50 m²) con base en ramos de 300 g, considerándose como “mejor” aquel tratamiento que maximice dicha variable.

Su cálculo puede expresarse como:

$$PRA = RE \times P(A)$$

$$RE = R \times 25/0.3$$

donde:

PRA = Producción de ramos (300 g) aceptables en era estandar.

RE = Rendimiento estandarizado a una era comercial (número de ramos de 300 g).

R = Rendimiento en kg/unidad experimental, siendo la unidad experimental cosechada de 1.26 m².

P(A) = Probabilidad de aceptación, estimada con base en el cumplimiento simultáneo de los requisitos de calidad.

Para la variedad Yellow Polaris las probabilidades de aceptación son de 1.0 para los niveles de densidad baja y se maximiza la producción de ramos en era estandar con la densidad de 108 tallos por unidad experimental (tratamiento 2) con un arreglo de 3/3/2/2/2/3/3, en el STD (Cuadro 4).

Para la variedad White Marble la “mejor” alternativa sería la más baja densidad, que corresponde a 96 tallos por unidad experimental (tratamiento 1), con un arreglo 3/2/2/2/2/3, en el STU. Sin embargo, la densidad recomendable debería garantizar que la probabilidad de aceptación del producto fuese de uno ó por ejemplo mayor de 0.8, si se desean correr riesgos; para el caso de White Marble en ninguno de los dos sistemas se cumple tal requisito (la mayor P(A) es de 0.666), lo cual sugiere que la densidad recomendable debería ser inferior a D₁.

Rendimiento estandarizado (RE), probabilidades de aceptación (P(A)) y producción de ramos aceptables (PRA) para los dos sistemas y variedades

Variedad	Densidad	Sistema tallo único (STU)			Sistema de tallo despuntado (STD)		
		RE	P(A)	PRA	RE	P(A)	PRA
White	D ₁	345	0.666	230*	305	0.666	203
	D ₂	359	0.500	180	305	0.666	203
	D ₃	394	0.333	131	331	0.500	166
	D ₄	386	0.333	129	318	0.333	106
Yellow	D ₁	447	0.833	372	391	1.000	391
	D ₂	444	0.833	370	416	1.000	416*
Polaris	D ₃	462	0.666	308	442	0.666	294
	D ₄	480	0.833	400	444	0.666	296

Nota: Valores de RE y PRA en ramos de 300 g por cama estandar de 31.5 m²

* Mejor alternativa, considerando el criterio de calidad comercial del producto

Cuadro 5

Índice de eficiencia y producción de ramos aceptables (PRA) para cada variedad y sistema

		Sistema de tallo único (STU)				Sistema de tallo despuntado (STD)							
Variedad	Densidad	Rendim. aceptable		Rendim. total		RA	Índice eficiencia	RA/RT	RA	Rendim. total		Índice eficiencia	PRA
		RA	RT	RA	RT					aceptable	total		
White	D ₁	16.49	24.81	0.665	229*	14.19	21.94	0.647	197				
	D ₂	13.30	25.88	0.514	185	14.90	21.95	0.679	207				
	D ₃	9.49	28.38	0.334	132	10.98	23.80	0.461	152				
	D ₄	9.64	27.78	0.347	134	7.65	22.90	0.334	106				
Yellow	D ₁	26.61	32.19	0.827	369	28.13	28.13	1.000	391				
	D ₂	26.56	31.96	0.831	369	29.93	29.93	1.000	416*				
Polaris	D ₃	22.03	33.26	0.662	306	20.97	31.87	0.661	295				
	D ₄	28.85	34.53	0.835	401	21.88	31.96	0.681	304				

Nota: Valor de PRA (producción de ramos aceptables) en ramos de 300 g por cama estándar de 31.5 m².

* Mejor alternativa, considerando el criterio de calidad comercial del producto.

3.2. Índice de eficiencia (Rendimiento Aceptable).

En este método se procede de manera similar al anterior, verificando el cumplimiento simultáneo, en cada unidad experimental, de los requisitos: # flores > 3 y ϕ de flor > 7 cm.

Si la unidad experimental cumple el requisito, el rendimiento (R_{ij}) obtenido se considera rendimiento aceptable (RA) sumándose estos rendimientos en todos los bloques; la relación (RA/RT) se considera como un índice de eficiencia, siendo RT el rendimiento total, cumpla o no los requisitos de calidad. Simbólicamente, se tendría para cada tratamiento (i), en cada variedad y sistema:

$$I. E. = \frac{\sum_{j=1}^6 R_{ij} P_{(ij)}}{\sum_{j=1}^6 R_{ij}} = RA/RT$$

$P_{(ij)} = 0$, si la parcela j no cumple los requisitos

$P_{(ij)} = 1$, si la parcela j cumple los requisitos.

Los valores del índice de eficiencia (I. E.) fueron muy similares a las P (A) obtenidas por el método anterior (Cuadro 5).

La producción de ramos aceptables para cada tratamiento, por era estándar (31.50 m^2), con base en ramos de 300 g sería:

$$PRA = \left(\frac{25}{6 \times 0.3} \right) \sum_{j=1}^6 R_{ij} P_{(ij)} = 13.888 \text{ RA}$$

De manera similar al método anterior, el criterio de decisión será maximizar PRA. Para el caso de Yellow Polaris, se logra con las más bajas densidades (D_1 y D_2) del STD. Para el caso de White Marble el "mejor" tratamiento sería la más baja densidad (D_1) en el STU, sin embargo observese que su I. E. es de solo 0.665.

Los resultados obtenidos concordaron con trabajos experimentales en crisantemo realizados en Estados Unidos, los cuales concluyeron que con poblaciones de 115 y 120 tallos por m^2 se produjeron el mayor número de tallos, sin embargo su calidad comercial no es buena; con poblaciones entre 75 y 100 tallos por m^2 se obtuvieron menor número de ramos pero de óptima calidad y que el porcentaje de tallos comerciales fue inversamente pro-

porcional al número de tallos producidos, ya que a mayor número de tallos menor intensidad de la luz y menor porcentaje de tallos comerciales (Joiner, Conover y Shechan, 1).

Por otra parte, Waters y Conaver (2) afirman que se pueden producir buenas flores con poblaciones entre 75 y 105 tallos por m^2 ; la población de 105 tallos por m^2 dará la máxima producción; sin embargo las flores y tallos son de poco peso y de no muy buena calidad. Con esta población aproximadamente el 75 o/o de los tallos son comerciales.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. Existen diferencias significativas en producción atribuibles a la densidad y al aumentar el número de tallos por metro cuadrado se incrementa la producción; sin embargo, existe marcado antagonismo entre cantidad (producción) y calidad (cumplimiento de los requisitos de comercialización).
- 4.2. Los mayores rendimientos se obtuvieron en las más altas densidades (110 y 115 tallos/ m^2) con el sistema de tallo único (STU), en ambas variedades y normalmente ellas se utilizan en los cultivos comerciales; los requisitos de calidad pueden no estarse cumpliendo, ya que la mayor probabilidad de aceptación del producto en el mercado correspondió a los tratamientos de baja densidad.
- 4.3. Si el criterio fuera maximizar la producción de ramos aceptables, esto se logra con la densidad de 90 tallos por $1.05 m^2$ (D_2) con un arreglo 3/3/2/2/2/3/3 para la variedad Yellow Polaris en el STD. Para la variedad White Marble, la mayor producción de ramos aceptables se obtuvo con la densidad de 80 tallos/ $1.05 m^2$ (D_1) con un arreglo 3/2/2/2/2/2/3 en el STU, pero la probabilidad de aceptación fue solo de 0.66.

5. BIBLIOGRAFIA

1. JOINER, J. N.; CONOVER, C. A.; SHEEHAN, T. J. Variations in yield and quality of *Chrysanthemum morifolium* flowers due to different planting patterns. Gainesville, University of Florida, 1968.
2. WATERS, W. E.; CONOVER, C. A. Chrysanthemum production in Florida. Gainesville, Florida Agricultural Extension Service, 1972.