ITEA (2003), Vol. 99V N.° 2, 169-180

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL CORMO Y LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE CORMOS DE *Crocus sativus* L.

J.A. de Juan*, A. Moya*, S. López*, O. Botella*, H. López, R. Muñoz****

* E.T.S.I. Agrónomos, Dpto. de Producción Vegetal y Tecnología Agraria, Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Universitario s/n, 02071 Albacete, España

** Instituto Técnico Agronómico Provincial (ITAP, S.A.), Ctra. de Madrid s/n, 02080 Albacete, España

RESUMEN

Dos factores claves a tener en cuenta en el mejoramiento cultural de las especies de reproducción asexual o vegetativa son: el tamaño de los órganos de multiplicación y la distribución espacial de los mismos, en la que intervienen la densidad de plantación y su rectangularidad. En un experimento realizado en Albacete (España), en condiciones de regadío, se estudiaron los efectos del tamaño de las "cebollas" (tamaño grande, TG; tamaño mediano, TM; tamaño pequeño, TP) y la densidad poblacional de plantación (10 cormos.m^{-2}, D10; 30 cormos.m^{-2}, D30; 60 cormos.m^{-2}, D60; 100 cormos.m^{-2}, D100; 200 cormos.m^{-2}, D200; 300 cormos.m^{-2}, D300) en el cultivo de azafrán (*Crocus sativus* L.), sobre el rendimiento y la calidad de la producción anual de cormos. Las combinaciones más deseables, desde el punto de vista de la producción de cormos, sería plantar cormos de tamaño grande con densidades poblacionales de 200 y 300 cormos.m^{-2}, con las que se alcanzarían rendimientos de 28,4 t.ha^{-1} y 36,3 t.ha^{-1}, respectivamente; también, resultarían interesantes las combinaciones TG-D100, TM-D200 y TM-D300 con las que conseguirían 19,5, 23,1 y 21,1 t.ha^{-1}, respectivamente. Si lo que se busca es la obtención del mayor número posible de cormos tipo TG, las combinaciones a considerar a la hora de la plantación serían: TG-D300 (60,9 cormos.m^{-2}), TG-D100 (69,6 cormos.m^{-2}) y TG-D200 (66,9 cormos.m^{-2}); en el caso de desear el mayor número posible de cormos con el diámetro ecuatorial entre 2,2 y 3 cm, las combinaciones, para elegir a la hora de la plantación, serían: TG-D300 (259,3 cormos.m^{-2}), TG-D200 (150,7 cormos.m^{-2}), TM-D200 (118,4 cormos.m^{-2}) y TM-300 (145,3 cormos.m^{-2}). Una combinación interesante desde el punto de vista económico es TP-D300, con la que se podría lograr producir 150,0 cormos.m^{-2} de tipo TM.

Palabras clave: Azafrán, Implantación, Calibre, Población, Descendientes, Tasa de multiplicación.

SUMMARY

INFLUENCE OF THE CORM SIZE AND THE DENSITY OF PLANTATION IN THE YIELD AND THE QUALITY OF THE PRODUCTION OF CORMOS OF *Crocus sativus* L.

Two important factors in the cultural improvement of the species of asexual or vegetative reproduction are the size of the organs of multiplication and the spatial distribution

of the same ones (density and form of plantation). In an experiment realized in Albacete (Spain), in conditions of irrigation, there were studied the effects of the size of the bulbs (big size, TG; medium size, TM; small size, TP) and the population density of plantation (10 corms.m^{-2}, D10; 30 corms.m^{-2}, D30; 60 corms.m^{-2}, D60; 100 corms.m^{-2}, D100; 200 corms.m^{-2}, D200; 300 corms.m^{-2}, D300) in the crop of saffron (*Crocus sativus* L.), on the yield and the quality of the annual corms production. The best combinations, from the point of view of the production of corms, it would be to plant corms of big size with densities of 200 and 300 corms.m-^{2}, with yields of 28.4 t.ha^{-1} and 36.3 t.ha^{-1}, respectively; also, there would turn out to be interesting the combinations TG-D100, TM-D200 and TM-D300 with which they would obtain 19.5, 23.1 and 21.1 t.ha^{-1}, respectively. If what is looked is the obtaining of the major possible number of corms type TG, the combinations to considering at the moment of the plantation would be: TG-D300 (60.9 corms.m^{-2}), TG-D100 (69.6 corms.m^{-2}) and TG-D200 (66.9 corms.m^{-2}); in case of wishing the major possible number of corms with the equatorial diameter superior to 2.2 cm, the combinations, to choose at the moment of the plantation, they would be: TG-D300 (259.3 corms.m^{-2}), TG-200 (150.7 corms.m^{-2}), TM-D200 (118.4 corms.m^{-2}) and TM-D300 (145.3 corms.m^{-2}). An interesting combination from the economic point of view is TP-D300, it might manage produce 150.0 corms.m^{-2}, principally of TM type.

Key words: Saffron, Implantation, Caliber, Population, Descendants, Rate of multiplication.

Introducción

El azafrán es una planta herbácea, perenne y geófita que pertenece a la familia botánica *Iridaceae* (unos 80 géneros y cerca de 1.500 especies), cuyo fundamento principal de su cultivo actual es el aprovechamiento de sus estigmas florales tratados como especia (PÉREZ, 1995; RUBIO, 1997). Se trata de un triploide estéril; diversos estudios citogenéticos han confirmado que la planta de azafrán es un autotriploide estéril (CHICHIRICCO, 1984; GHAFFARI, 1986), con multiplicación vegetativa por medio de cormos (MATHEW, 1982; BASKER Y NEGBI, 1986), también denominados bulbos sólidos o tuberobulbos (PICCI, 1987). En el ciclo anual de esta especie hortícola, la fase final de la formación de los cormos "hijos" (dos o tres por cada cormo "madre"), coincide con la inducción del período de latencia; no se habla de reposo, porque, en la práctica, es un proceso dinámico de cambios graduales y permanentes (MUÑOZ, 2000). El azafranal recién cosechado, normalmente, presenta los cormos en latencia y no brotan si son plantados inmediatamente (BOTELLA *et al.*, 2002).

Existe una tendencia generalizada de disminución de la superficie española cultivada de azafrán desde los años 1930 (11.282 ha, año 1930) hasta la mitad de los años 90 (1.162 ha, año 1995) (MAPA, 1997), si bien se asiste a un cambio claro de dicha tendencia regresiva en los últimos años, aunque no está cuantificado. La disminución de la superficie cultivada ha restringido tanto la cantidad como la calidad del material vegetal disponible para las nuevas plantaciones exigidas por los sistemas de producción plurianuales tradicionales, con duración del azafranal de 3 a 8 años, y las previsibles en sistemas de cultivos anuales y bianuales, concebidos en un hipotético contexto de explotación extensiva de regadío, donde la plantación, la recolección de cormos y la cosecha de la flor se realizarían de forma mecanizada. Igualmente, la producción forza-

da, encaminada a obtener estigmas florales durante gran parte del año y, así, aprovechar las infraestructuras de otros cultivos sociales de Castilla-La Mancha (p.e., champiñón, setas y endibias), requiere de material vegetal de multiplicación muy selecto, que no sea condicionante de los resultados esperados.

Está demostrada la influencia del tamaño del cormo en la producción de flores y, por lo tanto, de estigmas frescos; por ejemplo, Benschop (1993) afirma que, para que la planta de azafrán florezca, el diámetro del cormo debe tener, al menos, 1 cm de diámetro ecuatorial. De Mastro y Ruta (1993) han constatado un aumento de flores por cormo cuando el tamaño de éste aumenta en la plantación, conclusión análoga a la obtenida por GÓMEZ *et al.* (1987), NEGBI *et al.* (1989) y DE JUAN *et al.* (2001). En diversos países de la Cuenca Mediterránea, las plantaciones se llevan a cabo con cormos bien desarrollados de 20-25 mm de diámetro y 35-40 mm de altura (RADOUNI, 1985; SKRUBIS, 1990; TAMMARO, 1990); con diámetros superiores a 30 mm, se pueden producir hasta 12 flores por cormo.

El cultivo de esta especia necesita un giro radical de los sistemas de cultivo empleados, siendo esencial partir de cormos sanos que tengan un tamaño mínimo; es recomendable que el diámetro ecuatorial no sea inferior a 22,5 mm (MUÑOZ, 2000). Dada la carencia que existe de material vegetal para las nuevas plantaciones, está justificado el estudio de los factores agronómicos que influyen en la obtención de cormos en suficiente cantidad y con la calidad idónea para garantizar un buen rendimiento de estigmas frescos por cormo plantado.

Este estudio tiene por finalidad aportar los resultados de un conjunto de densidades de plantación y de tamaño de cormos sobre el rendimiento, la participación de cormos de diferentes tamaños en el mismo, bajo condiciones de regadío de clima mediterráneo continentalizado.

Tabla 1. Propiedades físico-químicas de la capa arable (0-35 cm)
Table 1. Physical-chemistry properties of the arable layer (0-35 cm)

Parámetro	Método	1er muestreo	2º muestreo
Textura	Bouyoucos	Franco arenosa Arena 76% Limo 16% Arcilla 8%	Franco arenosa Arena 74% Limo 18% Arcilla 8%
pH	Extracto 1/2,5 en H_2O	8,54	8,54
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	Extracto 1/5 en H_2O a 25°C	0,216	0,231
Materia Orgánica (%)	Walkley Black	1,55	1,55
Relación	C/N	11	11
Nitrógeno total (%)	Kjeldahl	0,083	0,084
Fósforo asimilable (ppm)	Olsen	10	11
Potasio (ppm)	Extracción acetato amónico espectrofotometría de absorción atómica	250	245
Carbonatos totales (%)	Calcímetro de Bernard	35,5	36,92
Caliza activa (%)	Drouineau-Galet	5,68	4,97

Material y métodos

Condiciones de la experiencia

El ensayo de campo se localizó en el término municipal de Albacete, en la finca "Las Tiesas", gestionada por el ITAP, S.A. y propiedad de la Diputación Provincial. El experimento se realizó durante la campaña agrícola 1999-2000.

En general, el tiempo atmosférico durante el experimento no presentó características que se apartaran significativamente de las consideradas como normales en los últimos 16 años. La capa arable, cuyas propiedades físicas-químicas se presentan en la tabla n.° 1, se asienta sobre Calcisoles Pétricos, antiguos suelos "pardo calizos de costra calcárea" (SÁNCHEZ *et al.*, 1999).

Material vegetal y fitotecnia del campo experimental

Las labores preparatorias de la plantación y las labores y operaciones de cultivo aplicadas al azafranal fueron las propias de la zona (DE JUAN y LOZANO, 1991).

El material utilizado para la plantación de las parcelas elementales se adquirió en Lezuza (Albacete). Los cormos, de sanidad aceptable, sin síntomas externos de presencia de plagas y enfermedades, procedían de una misma parcela comercial cultivada en secano, en suelos de vega. Las "cebollas", limpiadas y cribadas manualmente para clasificarlas en diferentes grupos de tamaños, fueron desinfectadas con benomilo antes de la plantación.

Los cormos se plantaron manualmente a unos 10 cm de profundidad durante la última semana del mes de septiembre (año 1999). Se dispusieron en 3-5 líneas de plantación, según la densidad poblacional ensayada.

El riego se efectuó mediante un sistema localizado con goteros autocompensantes de 3,8 $l.h^{-1}$ de caudal nominal, separados en las líneas portagoteros (PE, 16 mm de diámetro) 0,5 m entre sí. La presión registrada durante la aplicación de las dosis de riego fue de 1,8 $kg.cm^{-2}$. Se dispuso también de un regulador de presión en el hidrante y de

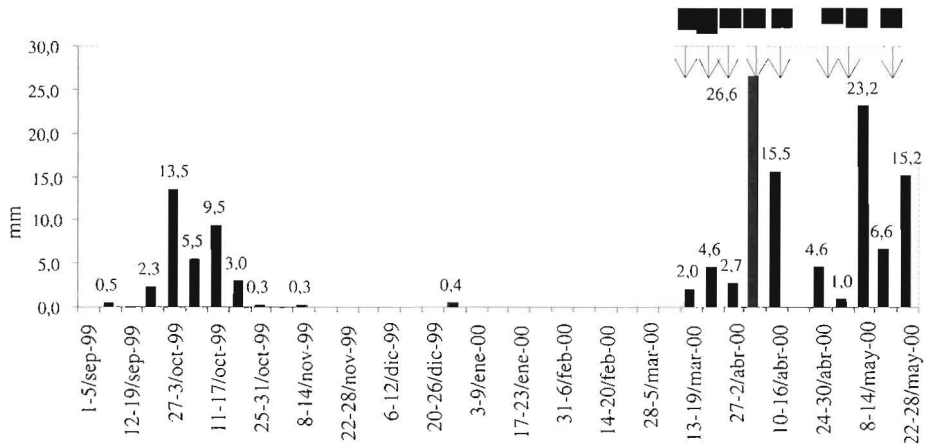


Figura 1. Precipitación semanal (■) y dosis (↓) de riego.
Figure 1. Weekly rainfall (■) and irrigation doses (↓).

un caudalímetro y una válvula de bola para el control de la aplicación del riego.

Desde el primer riego, efectuado el 5 de marzo del año 2000, hasta el último, efectuado el 18 de mayo del año 2000, se aplicó un volumen estacional de agua de 90,5 mm, en 9 riegos de, aproximadamente, 9 mm cada uno de ellos, excepto el primero que fue de 18,1 mm (fig.1). Durante la etapa de la actividad vegetativa azafranal, el agua total recibida por el campo experimental fue de 190,9 mm.

Diseño y análisis experimental

Este estudio se plantea a nivel del sujeto productivo, para conocer como influye el tamaño del cormo y la densidad de plantación en el rendimiento y la calidad de la producción de cormos de un azafranal en su ciclo anual.

El diseño estadístico elegido es un plan factorial doble equilibrado con tres repeticiones. Los factores y sus niveles estudiados son: tamaño del cormo de plantación (grandes, TG = Ø > 3 cm; medianos, TM = 2,2 cm < Ø < 3 cm; y pequeños, TP = Ø < 2,2 cm) y densidad de plantación (10 cormos.m^{-2}, D10; 30 cormos.m^{-2}, D30; 60 cormos.m^{-2}, D60; 100 cormos.m^{-2}, D100; 200 cormos.m^{-2}, D200; y 300 cormos.m^{-2}, D300). En total, se contó con 54 parcelas elementales de 1,5 m^2 (1 x 1,5 m).

En cada parcela elemental, los cormos, recolectados manualmente durante la última semana de junio y la primera de julio, se contaron y pesaron en fresco; posteriormente, la cosecha de cada una de ellas se agrupó en tres categorías atendiendo al calibre de los cormos, siguiendo el mismo procedimiento de clasificación que el expuesto para la plantación.

Mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) se estudió la influencia de los factores fitotécnicos tamaño del cormo y densidad poblacional en la plantación sobre el rendimiento cuantitativo, y sus componentes, y la calidad de la producción de los cormos descendientes tras un ciclo anual de cultivo de azafrán. Posteriormente, se utilizó el test de Duncan para la separación de las medias de los niveles de los factores estudiados (STEEL y TORRIE, 1985). Para el establecimiento de las relaciones de producción se ha recurrido a la técnica estadística de la regresión no lineal (HUET *et al.*, 1992), analizando diferentes modelos matemáticos. Para el análisis estadístico de los datos, se ha utilizado, como herramienta, el paquete informático Statgraphics v. 7.0 (Statistical Graphics Corporation, 1993).

Resultados

Rendimiento

La interacción entre los factores objeto del estudio es altamente significativa ($p < 0,001$), siendo las combinaciones más favorables (fig. 2a) TG-D300 (1362 cormos.m^{-2}), TG-D200 (824 cormos.m^{-2}) y TM-D300 (785 cormos.m^{-2}) y las menos favorables, TM-D10 (14 cormos.m^{-2}), TP-D10 (14 cormos.m^{-2}) y TG-D10 (34 cormos.m^{-2}); se puede observar como el NCT aumenta con la densidad de plantación para los distintos tamaños de los cormos plantados. En la figura n.º 3, se presentan las relaciones obtenidas entre los datos experimentales del NCT y la densidad de plantación para cada uno de los grupos de tamaño de cormo plantado. Los resultados indican unas relaciones altamente significativas, expresadas mediante modelos matemáticos representados por funciones polinómicas de tercer grado, con

valores del coeficiente de determinación (R^2) del 99% y errores estándares de las estimaciones (llamados también "Root Mean Square of the Error, RMSE") variables entre 11 y 20 cormos.m^{-2}. Los peores índices de multiplicación se obtienen en todas las combinaciones de TP, con valores próximos a 1,2 cormos por cormo plantado, mientras que los valores de las diversas combinaciones de TG oscilan entre 3,4 (TG-D10 y TG-D30) y 4,6 (TG-D300) y los de TM, entre 1,4 (TM-D10) y 3,3 (TM-D30).

Con respecto al peso medio del cormo (PUNI, g.cormo^{-1}), el segundo componente del rendimiento, la interacción no es significativa, destacando los valores medios inferiores (fig. 2b) que se obtienen con las densidades poblacionales D200 y D300, con valores comprendidos entre 2,7 (TG-D300) y 4,2 g.cormo^{-1} (TP-D200). Son de destacar los altos valores que se consiguen con las densidades poblacionales inferiores, entre 4,3 (TP-D30) y 8,0 g.cormo^{-1} (TG-D30). En la figura n.º 4, se muestran los modelos

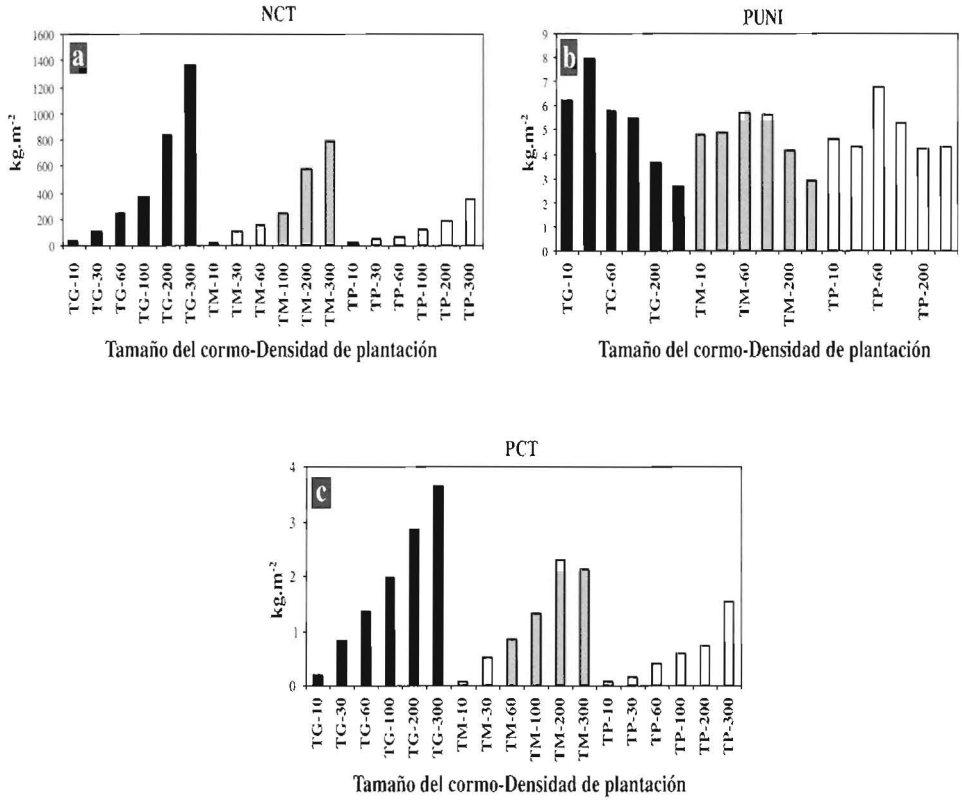


Figura 2. Valores medios de las variables número de cormos por metro cuadrado (NCT), peso unitario de cormos (PUNI) y rendimiento de cormos descendientes (PCT) en la interacción de los factores tamaño del cormo plantado y densidad de plantación.

Figure 2. Average values of variable number of corms for square meter (NCT), unit weight of corms (PUNI) and yield of corms descendants (PCT) in the interaction of the factors corm size and population density of plantation.

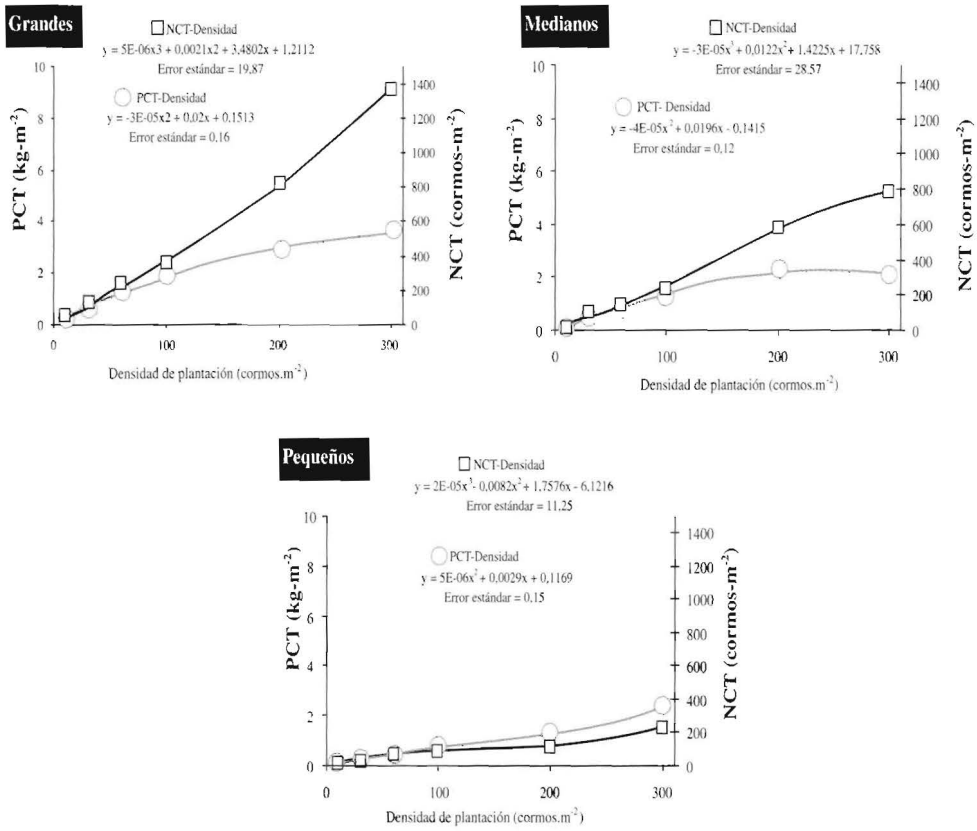


Figura 3. Relaciones entre los rendimientos (PCT) y el número de cormos total por metro cuadrado (NCT) frente a la densidad de plantación del cultivo del azafrán.

Figure 3. Relationships of yield (PCT) and number of corms for square meter (NCT) versus population density of plantation of saffron crop.

matemáticos que relacionan los pesos unitarios medios de los cormos producidos con la densidad de plantación; las ecuaciones de regresión que mejor se ajustaron a los datos de PUNI fueron polinómicas de segundo grado, explicando del 29,3% (con cormos pequeños) al 88,7% (con cormos medianos) de variación del PUNI respecto a la densidad de plantación. En general, y muy significativamente, cuando se plantan los cormos del tamaño grande, el PUNI disminuye con el aumento de la densidad de plantación.

Tal como muestra la figura n.º 2c, la interacción de los factores objeto de estudio, significativa estadísticamente, pone de manifiesto la tendencia de las densidades poblacionales elevadas a rendir las mayores producciones de cormos para cada uno de los tres grupos de tamaño de los mismos; así, en el grupo de TG, los valores varían entre 2,2 t.ha^{-1} (D10) y 36,3 t.ha^{-1} (D300), mientras que en el tipo TM, los valores oscilaron entre 0,6 t.ha^{-1} (D10) y 21,1 t.ha^{-1} (D300), y, en la categoría TP, entre 0,8 t.ha^{-1}

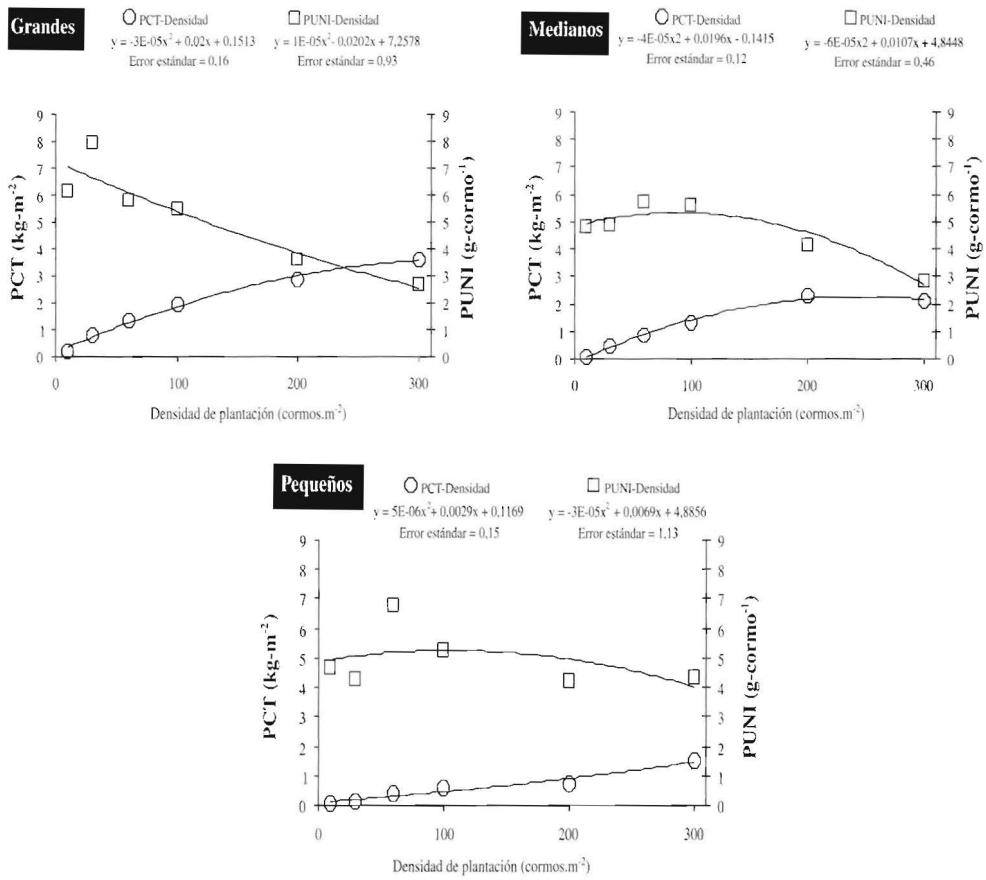


Figura 4. Relaciones entre los rendimientos (PCT) y el peso unitario medio de los cormos descendientes (PUNI) frente a la densidad de plantación del cultivo de azafrán.

Figure 4. Relationships of yield (PCT) and average unit weigth of descendants coms (PUNI) and density of plantation of saffron crop.

(D10) y 15,3 t.ha^{-1} (D300). Las figuras n.° 3 y 4 recogen las funciones de producción (PCT) respecto a la densidad poblacional, representados por modelos polinómicos de segundo grado con valores del coeficiente de determinación (R^2) del 94,9-99,0% y errores estándares de las estimaciones variables entre 0,12 y 0,16 kg.m^{-2}. Al igual que con NCT, el rendimiento aumenta cuando lo hace la densidad de plantación, sea cualesquiera el tamaño del cormo plantado.

Calidad de la producción

La interacción entre los factores agronómicos objeto de estudio es significativa ($p < 0,001$) cuando se trata de valorar la participación del número de cormos cosechados, categorizados en los tres tipos de tamaño (NCG, número de cormos grandes producidos; NCM, número de cormos medianos; y NCP, número de cormos pequeños), en el número de cormos total producidos por uni-

dad de superficie (fig. 5). En general, la obtención de un mayor número de cormos medianos (2,2 cm < Ø < 3 cm) y pequeños (Ø < 2,2 cm) se ve favorecida por la plantación de cormos grandes (Ø > 3 cm) y densidades elevadas (figs. 5b,c); sea cual sea el tamaño de los cormos plantados, el aumento de la densidad de plantación favorece NCM y NCP (fig. 5). La plantación de cormos grandes favorece también la formación anual de un mayor número de cormos de tamaño grande (fig. 5a), si bien este tipo de producción se ve perjudicada con las densidades superiores, de 100 a 300 cormos.m^{-2}, según el tamaño del cormo plantado.

Cuando se trata de producir cormos de tamaño grande, es de destacar que, sea cual sea el tamaño del cormos plantado, el aumento de la densidad de plantación reduce, por lo general, la participación porcentual de NCG hasta valores de 2,7% (TM-D300) y 3,0% (TP-D300); con cormos grandes, esta disminución se produce desde el 25,5% (TG-D10, TG-D30) hasta el 4,5% (TG-D300). La mayor participación porcentual NCM en NCT es producida con la plantación de cormos pequeños, entre el 31,0% (TP-D10) y el 55,6% (TP-D200), mientras que, con cormos grandes, se obtienen valores comprendidos entre 13,1% (TG-D10) y

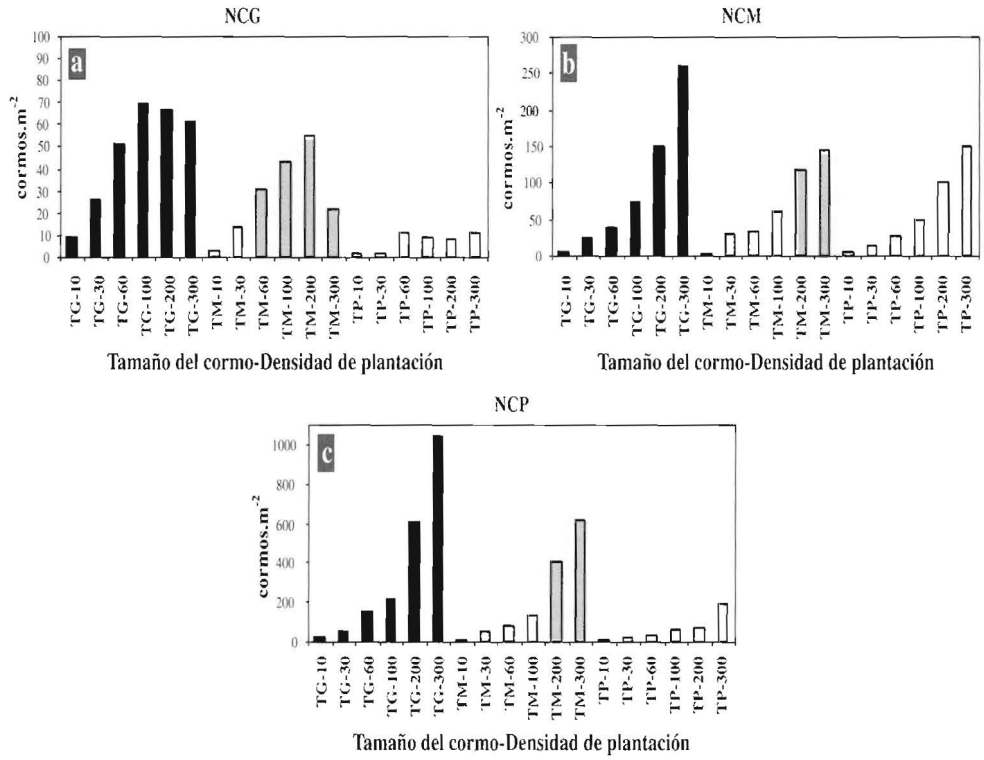


Figura 5. Valores medios de las variables números de cormos grandes (a), medianos (b) y pequeños (c) en la interacción de los factores tamaño de cormo y densidad de plantación.

Figure 5. Average values of variable number of big corms (a),medium corms (b) and small corms (in the interaction of the factors corm size and population density of plantation.

21,0% (TG-D30); en todos los casos, no existe una tendencia clara, a aumentar o a disminuir, cuando lo hace la densidad poblacional. La participación porcentual del destrio se ve favorecida con la plantación de cormos grandes y medianos, con valores que oscilan entre el 51,7% (TG-D30) y 78,8% (TM-D300); las mayores participaciones porcentuales de NCP en NCT se logran con las densidades superiores, entre el 69,8% (TM-D200) y el 78,8% (TM-D300).

Discusión

En la escasa y reiterativa bibliografía existente acerca del cultivo de azafrán, no se ha encontrado estudios que analicen el efecto del tamaño del cormo plantado sobre la producción de cormos descendientes en un cultivo anual. Sin embargo, está demostrado la importancia del tamaño del cormo para la producción de flores y, por tanto, de estigmas frescos (TAMMARO, 1990; NEGBI, 1990). Es de sumo interés, en consecuencia, obtener cormos de tamaño mediano y grande para lograr producciones rentables de estigmas frescos, de hasta 12 flores por cormo plantado.

La reducción del rendimiento observada con la plantación de cormos de tamaño pequeño, y sin tener en cuenta la densidad poblacional y la calidad de los cormos producidos, llevaría a recomendar plantaciones con cormos de Ø > 2,2 cm con el fin de maximizar la producción cuantitativa, especialmente con los de diámetro ecuatorial superior a 3 cm; en ambos casos, los rendimientos medios obtenidos fueron, respectivamente, 11,8 y 17,9 $t.ha^{-1}$. En el trabajo de NEGBI *et al.* (1989), se demuestra que el incremento del tamaño de los cormos plantados favorece el número de cormos producidos por unidad de superficie y aumenta el rendimiento de cormos descendientes; sin embargo, en dicho trabajo experimental, el peso medio de los cormos "hijos" no fue afectado significativamente por el tamaño de los cormos plantados (el peso varió entre 2,5 y 15,0 g). Los resultados presentados por MCGIMPSEY *et al.* (1997) ponen en evidencia como, aumentando el tamaño de los cormos plantados, se obtiene, en el segundo año de cultivo, un incremento del rendimiento de cormos descendientes, con similares resultados a los de Negbi *et al.* (1989), pero la utilización de los cormos de tamaño inferior produjo pesos unitarios medios de los cormos que resultaron ser la mitad de los logrados con los otros seis tamaños ensayados; probablemente, este hecho se debió a que el tamaño de cormo plantado fue demasiado pequeño, 0,6 $g.cormo^{-1}$ (considerablemente más pequeño que el rango utilizado por Negbi *et al.* (1989)). De igual forma, considerando la densidad poblacional, y sin considerar el tamaño de cormo plantado y la calidad de los cormos producidos, lo más recomendable sería recurrir a densidades poblacionales elevadas, con las que se obtienen desde 12,8 $t.ha^{-1}$ (D100) a 24,2 $t.ha^{-1}$ (D300). Las combinaciones más deseables, sin valorar la calidad de la producción, sería plantar cormos del tipo TG con densidades poblacionales de 200 y 300 $cormos.m^{-2}$, con las que se alcanzarían rendimientos de 28,4 $t.ha^{-1}$ y 36,3 $t.ha^{-1}$, respectivamente; también, resultaría interesante la combinaciones TG-D100, TM-200 y TM-300 con las que conseguirían 19,5, 23,1 y 21,1 $t.ha^{-1}$, respectivamente.

La calidad de la producción, expresada por el número de cormos con diámetros superiores (tipos TG y TM), está en relación directa con el tamaño del cormo plantado y con la densidad poblacional de plantación, lo cual conduce a recomendar los tipos TG y TM y las densidades poblacionales D100, D200 y D300, bajo condiciones similares a las de

nuestro ensayo y siempre que se considere económicamente la producción de estigmas en ese año de cultivo. Si lo que se busca es la obtención del mayor número posible de cormos tipo TG, las combinaciones a considerar a la hora de la plantación serían: TG-D300 (60,9 cormos.m^{-2}), TG-D100 (69,6 cormos.m^{-2}) y TG-D200 (66,9 cormos.m^{-2}); en el caso de desear el mayor número posible de cormos con el diámetro ecuatorial superior a 2,2 cm, las combinaciones, para elegir a la hora de la plantación, serían: TG-D300 (259,3 cormos.m^{-2}), TG-D200 (150,7 cormos.m^{-2}), TM-D200 (118,4 cormos.m^{-2}) y TM-D300 (145,3 cormos.m^{-2}). En todas estas propuestas, los cormillos de calibres inferiores a 2,2 cm (sin capacidad florífera) son perfectamente aprovechables para ser engrosados en la campaña siguiente y producir cormos capaces de proporcionar flores y estigmas; en este sentido, son de especial interés las combinaciones TG-D300 (1042 cormos.m^{-2}), TG-D200 (606 cormos.m^{-2}), TM-300 (618 cormos.m^{-2}) y TM-D200 (400 cormos.m^{-2}). Una combinación interesante, desde el punto de vista económico, es TP-D300, con la que se podría lograr producir 150 cormos.m^{-2} de tipo TM, es decir, el 42,6% del NCT.

La bibliografía consultada refiere, para el sistema de producción de estigmas plurianual, la utilización por parte de los agricultores de cormos de tipo mediano, entre 2,2 y 3 cm de diámetro, y densidades poblacionales de 60 cormos.m^{-2} (PÉREZ, 1995), y 35 a 45 cormos.m^{-2} en la provincia de Teruel y entre 50 y 60 cormos.m^{-2} en La Mancha (RUBIO, 1997).

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido merced a la aprobación del Proyecto FEDER 1FD97-1092 titulado "Estudios Agronómicos de la producción y postcosecha del azafrán (*Crocus sativus* L.) para el desarrollo del sector azafranero castellano-manchego".

Bibliografía

BASKER D., NEGBI M., 1983. The uses of saffron. Econ. Bot., 37, 228-236.

BENSCHOP M., 1993. Crocus, pp. 257-272. En: The Physiology of Flower Bulbs. A. De Hertogh, M. Le Nard (Eds.). Ed. Elsevier Science Publishers, Amsterdam (The Netherlands).

BOTELLA O. DE JUAN J.A., MUÑOZ R.M., MOYA A., LÓPEZ H. (2002). Descripción morfológica y ciclo anual del azafrán (*Crocus sativus* L.). Cuadernos de Fitopatología, 71, 18-28.

CHICHIRICCO G., 1984. Karyotype and meiotic behaviour of the triploid *Crocus sativus* L. Caryologia, 37, 233-239.

DE JUAN J.A., BOTELLA O., MUÑOZ R., MOYA, A., LÓPEZ H., 2001. Respuestas agronómicas del cultivo del azafrán (*Crocus sativus* L.) sometido a diferentes factores culturales. IV Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas, Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, Cáceres (España).

DE JUAN J.A., LOZANO D., 1991. Situación fitotécnica de la superficie dedicada al cultivo de secano en la zona del canal de Albacete. Ed. Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria, Universidad de Castilla-La Mancha. Albacete (España).

DE MASTRO G., RUTA C., 1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Acta Horticulturae, 334, 512-517.

GHAFFARI S. M., 1986. Cytogenetic studies of cultivated *Crocus sativus* L. (*Iridaceae*). Plant. Syst. Evol., 153, 199-204.

GÓMEZ R., VARÓN R., GARCÍA M., VÁZQUEZ A., ALONSO G., 1988. Estudio del azafrán (*Crocus sativus* L.) en la provincia de Albacete. I Producción. Anales de Biología, Universidad de Murcia, Murcia, 13, 63-70.

HUET S.M., JOLIVET E., MESSEAN A. 1992. La regression non-linèaire. INRA Editions, Paris, France.

MAPA, 1997. Anuario de Estadística Agraria. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España.

MATHEW B., 1982. The *Crocus*. A Revision of the Genus *Crocus* (*Iridaceae*). B.T. Batsford Limited. London (UK).

MCGIMPSEY J.A., DOUGLAS M.H., WALLACE A.R., 1997. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zeland. New Zeland J. of Crop and Horticultural Sci., 25, 159-168.

MUÑOZ R.M., 2000. Estudios agronómicos en el cultivo del azafrán (*Crocus sativus* L.). Tesis Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete (España).

NEGBI M., 1990. Physiological research on the saffron crocus (*Crocus sativus* L.), pp. 183-207. En: Lo Zafferano: Proceedings of the International Conference on Saffron (*Crocus sativus* L.). F. Tammaro, L. Marra (eds.). Ed. Universita Degli Studi, L'Aquila e Academia Italiana della Cucina, L'Aquila (Italia).

NEGBI M., DAGAN B., DROR A., BASKER D., 1989. Growth, flowering, vegetative reproduction, and dormancy in the saffron crocus (*C. sativus*). Israel J. Bot., 38, 95-113.

PÉREZ M., 1995. El azafrán. Historia, cultivo, comercio, gastronomía. Ed. Agrotécnicas, Madrid (España).

PICCI V., 1987. Sintesi sulle esperienze di coltivazione di *Crocus sativus* L. in Italia. Atti Convegno sulla Coltivazione dello Piante Officinali, 119-157.

RADOUNI J., 1985. Monographie du Saffran dans la Región de Taliouine. Mémoire d'Ingenieur d'Application, IAV Hassan II, Agadir (Marocco).

RUBIO P., 1997. El azafrán y la comarca del Jiloca. Centro de Estudios del Jiloca, Calamocha, Teruel (España).

SÁNCHEZ J., BOLUDA R., ARTIGAO A., NORELL C., COLOMER J.C., GUARDADO R. 1994. Suelos. En F. J. Martín de Santa Olalla (coord.), Desertificación en Castilla-La Mancha. El Proyecto EFEDA, 97-141. Colección Estudios, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, Cuenca (España).

SKUBIS B., 1990. The cultivation in Greece of *Crocus sativus* L., pp. 171-172. En: Lo Zafferano: Proceedings of the International Conference on Saffron (*Crocus sativus* L.). F. Tammaro, L. Marra (eds.). Ed. Universita Degli Studi, L'Aquila e Academia Italiana della Cucina, L'Aquila (Italia).

STATISTICAL GRAPHICS CORPORATION, 1993. Statgraphics v.7.0. User's Guide. STSC. Inc., Rockville, Maryland (U.S.A.).

STEEL R.G.A., TORRIE J.H., 1985. Bioestadística. Principios y procedimentos. 2ª Edición y primera en castellano. McGraww-Hill, México D.F. (México).

TAMMARO F., 1990. *Crocus sativus* L. Cv. Piano di Navelli (L'Aquila saffron): environment, cultivation, morphometric characteristics, active principles, uses, pp. 47-57. En: Lo Zafferano: Proceedings of the International Conference on Saffron (*Crocus sativus* L.). F. Tammaro, L. Marra (eds.). Ed. Universita Degli Studi, L'Aquila e Academia Italiana della Cucina, L'Aquila (Italia).

(Aceptado para publicación el 7 de enero de 2003).