

ESTUDIO DEL AZAFRÁN (*CROCUS SATIVUS* L.) EN LA PROVINCIA DE ALBACETE. I. PRODUCCIÓN

R. Gómez*, R. Varón**, M. García**, A. Vázquez** & G. Alonso**

Recibido: septiembre 1986

Aceptado: marzo 1988

SUMMARY

Study of the saffron (*Crocus sativus* L.) in Albacete province (Spain). I. Production

In this paper the **relative efficiency** during the **first** years of cultivation of **several** saffron selections is valued, taking into account the factors such as **bulb** size, dried stigmas weight per flower, flowering index and extension of the floral mantle.

Key words: Angiosperms, Iridaceae, *Crocus sativus* L. - Production.

RESUMEN

Se valora el rendimiento relativo de las distintas selecciones de azafrán, durante su **primer** año de cultivo en distintas zonas de la provincia de Albacete. Se tienen en cuenta los factores como el tamaño del bulbo, peso de estigmas desecados por flor, índice de floración y extensión del manto floral.

Palabras clave: Angiospermas, Iridaceae, *Crocus sativus* L. - Producción.

INTRODUCCIÓN

Por azafrán se entiende el producto constituido por los estigmas florales desecados del *Crocus sativus* L. (Norma UNE 34013 h1; Lewis et al., 1981). Según los datos tomados del Anuario de Estadística Agraria de 1983 se cultivaron en España, en el mencionado año, 3.788 Ha de azafranal, la mayoría de ellas (3.298 Ha) en secano. Por regiones, y según el mismo Anuario, es la Castellano-Manchega la que más superficie dedica a su cultivo (2.864 Ha). Den-

tro de esta región, la provincia de Albacete representa el mayor porcentaje de cultivo con 1.785 Ha.

Referente al rendimiento, existen grandes fluctuaciones que dependen de las condiciones climáticas y del año de producción del azafranal. En líneas generales, se considera que son necesarias entre 100.000 y 150.000 flores (alrededor de 80 kg) para obtener 5 kg de estigmas frescos, que quedan reducidos a 1 kg después del proceso de secado (Ingram, 1969).

El hecho de que la mecanización no haya lle-

* Cátedra de Genética. Escuela Universitaria Politécnica de Albacete. Carretera de las Peñas, km 3,200, 02006 Albacete.

** Cátedra de Química I. Escuela Universitaria Politécnica de Albacete. Carretera de las Peñas, km 3,200, 02006 Albacete.

gado a este cultivo ni a la industria azafranera y que se requieran gran cantidad de jornales para realizar todas las operaciones de cultivo, cosecha, secado y preparación para el mercado, explica la gran importancia social que tiene este cultivo en nuestra región.

A pesar de todas las consideraciones anteriores, los estudios cuantitativos realizados hasta la fecha sobre la producción de los azafranales de nuestro país se refieren sólo a los **kg/Ha** de producto desecado obtenido en los azafranales de secano y de regadío, estando estos datos recogidos en los Anuarios de Estadística Agraria.

En este trabajo se pretende valorar el rendimiento relativo de las distintas selecciones de azafrán, durante el primer año de cultivo, teniendo en cuenta los factores como el tamaño del bulbo, peso de estigmas desecados por flor, índice de floración y extensión del manto floral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ante la uniformidad morfológica de los distintos

clones cultivados en la provincia, hemos dividido ésta en una serie de zonas productoras de acuerdo con los datos suministrados en los últimos años por los anuarios de producción agrícola.

Las zonas geográficas suministradoras del material vegetal para la experiencia han sido las siguientes:

Zona Manchuela F. Cultivos localizados en los términos municipales de Fuentealbilla y Mahora.

Zona Manchuela C. I. Cultivos localizados en el término municipal de Casas Ibáñez.

Zona Mancha. Cultivos localizados en los términos municipales de La Roda y Minaya.

Zona Centro. Cultivos localizados en los términos municipales de Peñas de San Pedro, Alcadozo, Pozohondo y Nava de Abajo.

Zona Sur. Cultivos localizados en los términos municipales de Tobarra y Hellín.

Zona Oeste. Cultivos localizados en los términos municipales de Barrax y Munera.

Se realizó una recolección sistemática de material vegetal en cada región productora. Se agruparon un alto número de muestras distintas de otros tantos cultivos, lo que en su conjunto constituye las llamadas selecciones de las zonas.

El tratamiento matemático seguido, para el estudio de la correlación entre dos características particulares del cultivo, ha consistido en estudiar el coeficiente *r*, basado en las relaciones de la varianza de los dos

Manchuela F grande	1.594 105 15,18	Centro grande	2.008 194 10,35	Sur grande	1.596 137 11,65
Manchuela F pequeña	3.237 360 8,99	Centro pequeña	2.516 456 5,52	Sur pequeña	3.165 634 4,99
Mancha grande	2.055 189 10,87	Oeste grande	1.979 225 8,57	Manchuela CI grande	1.226 86 14,26
Mancha pequeña	4.541 795 5,71	Oeste pequeña	3.069 697 4,40	Manchuela CI pequeña	2.396 389 6,16

FIGURA 1. Distribución, por parcelas, de las distintas selecciones vegetales en el campo de ensayo. Los números indican, de arriba hacia abajo: peso total, número de bulbos y peso medio de los mismos sembrados en cada parcela.

Distribution, per parcel, of the diverse vegetables selections in the assay field. The number indicates, from top to bottom: total weight, number of bulbs and mean weight of the ones seed in each parcel.

EL AZAFRÁN EN ALBACETE. PRODUCCIÓN

TABLA 1. Resultados del análisis del suelo del campo de ensayo.
Results of the analysis of the ground in the assay field.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	
Reacción pH (suspensión acuosa 1/2, 5)	8,56
Capacidad de retención de agua (%)	49,02
Materia orgánica (%)	2,56
Nitrógeno total (%)	0,56
Relación C/N	8,30
Carbonato de calcio (CaCO ₃) (%)	57,19
Cal activa (CaCO ₃) (%)	10,05
Hierro total (%)	0,89
Nitrógeno asimilable (NO ₃ ⁻) (mg/100 g)	11,04
Fósforo asimilable (P ₂ O ₅) (mg/100 g)	2,91
Potasio asimilable (K ₂ O) (mg/100 g)	55,68
Conductividad a 25 °C (Ext. 1/5) (mhos/cm)	475,00
CAPACIDAD DE CANJE DEL SUELO	
Capacidad de cambio catiónico (meq/100 g)	21,36
Calcio cambiable (meq/100 g)	12,47
Magnesio cambiable (meq/100 g)	5,86
Potasio cambiable (meq/100 g)	1,86
Sodio cambiable (meq/100 g)	0,28
ANÁLISIS MECÁNICO	
Aspecto: tierra de color marrón y grisáceo (Munsell 10 YR 6/2), con poca piedra.	
Arena (2,00-0,02 mm) (%)	57,56
Limo (0,02-0,002 mm) (%)	25,09
Arcilla (<0,002 mm) (%)	17,35
Textura: franco-arcillosa	

conjuntos de medidas con que se expresan dichas características.

CAMPO DE ENSAYO

El campo de ensayo, situado en terrenos de la Escuela de Capataces Agrícolas de Albacete, ocupa en total una extensión de 90 m². Se encuentra dividido, mediante un pasillo central y dos pasillos laterales, en seis pequeñas parcelas que contienen el material vegetal recolectado en cada una de las seis zonas geográficas elegidas para la experiencia. A su vez, cada parcela se ha dividido en dos para dar cabida a las dos clases morfológicas de bulbos (de mayor y menor peso o bulbos grandes y pequeños) que se han diferenciado para cada zona. En la figura 1 se indica, esquemáticamente, la distribución del campo de ensayo.

ANÁLISIS DEL SUELO

Se trata de un suelo de textura franco-arcillosa, de naturaleza alcalina, con buena capacidad de retención de agua y adecuado contenido en materia orgánica. Los resultados del análisis del suelo se muestran en la tabla 1.

TABLA 2. Precipitaciones.

Rainfalls.

MES	DÍA	mm
Julio	2	5,1
	14	0,3
	26	INP*
Agosto	1	8,0
	25	INP
Octubre	26	INP
	4	1,4
Noviembre	12	0,8
	14	0,2
	15	22,2
	16	12,5
	17	INP
	25	3,5
	26	19,9
	27	15,8

* INP ≈ 0,1 mm.

DATOS CLIMATOLÓGICOS

Los datos climatológicos registrados durante el periodo de la investigación están indicados en las tablas 2 y 3.

TABLA 3. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante los meses de octubre y noviembre de 1985 en Albacete.

Maximal and minimal registered temperatures during the months October to November 1985 in Albacete.

DÍA DEL MES	TEMPERATURA MÁX. (°C)		TEMPERATURA MÍN. (°C)	
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1	27,2	17,4	12,6	8,4
2	29,0	17,0	15,6	5,6
3	29,4	16,0	14,6	9,0
4	26,0	16,6	11,4	10,6
5	22,5	21,2	10,6	13,2
6	23,0	22,6	6,0	16,6
7	25,0	22,0	6,0	12,4
8	24,0	27,2	7,2	7,0
9	22,6	29,0	9,0	10,0
10	22,8	27,0	10,6	8,0
11	22,8	23,0	11,0	8,0
12	23,4	14,8	9,8	8,6
13	25,2	12,2	6,6	2,0
14	25,0	11,6	7,2	6,0
15	23,0	7,4	9,8	5,4
16	24,6	8,2	6,4	5,6
17	22,2	10,2	11,6	2,6
18	24,2	10,4	10,2	2,0
19	23,6	5,8	8,0	-1,4
20	23,0	5,8	6,6	-2,8
21	22,2	6,0	8,4	-5,0
22	22,4	7,4	6,0	-2,0
23	21,4	8,2	6,6	-1,0
24	21,5	8,8	8,6	-4,8
25	20,4	9,2	9,6	1,6
26	20,6	12,0	9,6	6,0
27	16,6	10,4	6,6	6,4
28	17,0	8,4	8,2	0,2
29	18,2	9,0	4,6	0,0
30	18,8	11,8	7,0	-1,0
31	19,2	—	5,6	—

TABLA 4. Número de flores recogidas en los días indicados y peso total (en gramos) de las mismas para los diversos tipos de bulbos.

Number of flowers collected in the indicated days and total weight (in grams) of the ones for the diverse type of bulbs.

DENOMINACIÓN	PESO (g)	TOTAL DE FLORES	OCTUBRE									NOVIEMBRE								
			22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8
Manchuela F (1)	0,388	66	1		1				2	1	3	2	5	7	5	12	10	8	9	
Manchuela F (2)	0,094	17										1	3	1		5	4		3	
Zona Centro (1)	0,388	72		2	4		2	3	6	10	6	14	6	6	7	5			1	
Zona Centro (2)	0,030	6								2			3							
Zona Sur (1)	0,052	10			1		2	1		1		1		1						
Zona Sur (2)	0,005	1											1							
Zona Mancha (1)	0,062	12												2		3	4	3		
Zona Mancha (2)	—	—																		
Zona Oeste (1)	0,235	48				2	1		3	3	4	6	3	12	5	4	3		2	
Zona Oeste (2)	—	—																		
Manchuela CI (1)	0,184	32	2		1				1	2	2	3	3	4	4	8	2			
Manchuela CI (2)	0,011	2							1							1				

- (1) Bulbo grande.
(2) Bulbo pequeño.

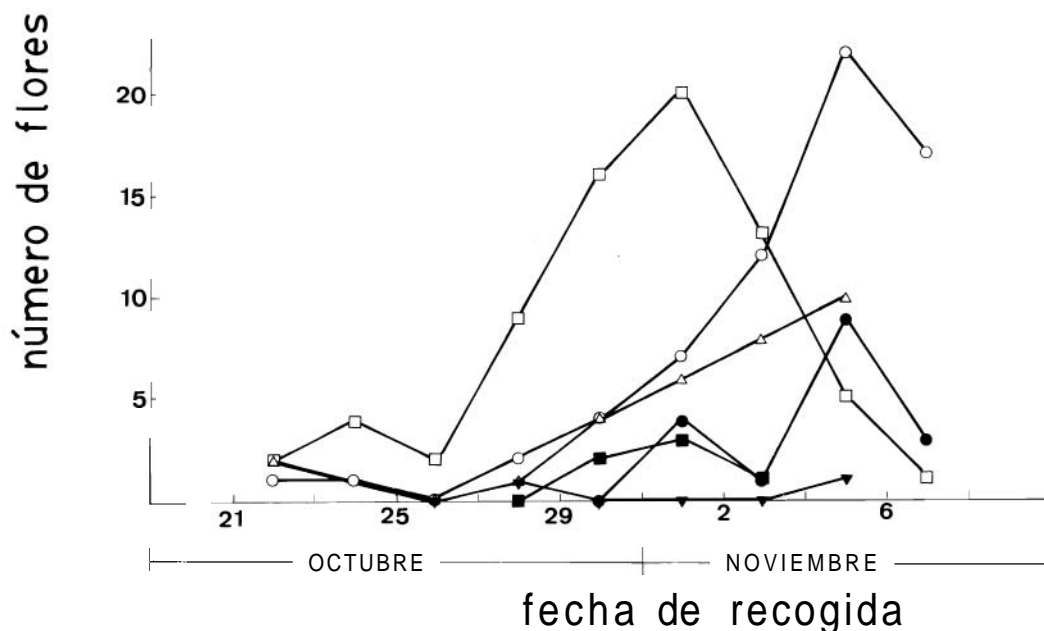


FIGURA 2. Distribución de la floración con el tiempo. Selecciones Manchuela F (○: bulbos grandes; ●: bulbos pequeños), Centro (○: bulbos grandes; ■: bulbos pequeños) y Manchuela CI (▲: bulbos grandes; ▲: bulbos pequeños).

Distribution of the flowering with time. Selections Manchuela F (○: big bulbs; ●: small bulbs), Centro (○: big bulbs; ■: small bulbs) Manchuela CI (▲: big bulbs; ▲: small bulbs).

CUIDADOS CULTURALES, SIEMBRA Y TRATAMIENTO

Para la preparación del campo de ensayo, al tratarse de un terreno de barbecho, se efectuó una labor profunda de vertedera. Posteriormente se aportó estiércol, en una proporción de 20.000 kg/Ha, que fue enterrado a media profundidad mediante una labor de bina. Por último se realizó la labor de escarda y el allanado del terreno.

La totalidad de los bulbos seleccionados para sembrar cada parcela proceden de los levantados ese mismo año en las diferentes regiones geográficas que abarca la experiencia. Dicha plantación se efectuó en la última semana del mes de junio de 1985, realizándose la operación de la forma siguiente: la cebolla fue plantada en zanjas de unos 20 cm de profundidad y 12 cm de anchura. En estos surcos se colocaron los bulbos en dos hileras separadas por 10 cm, en marco de «tresbolillo». La separación entre surcos es de unos 30 cm. Para el tratamiento previo de los bulbos antes de su siembra se ha utilizado Beromilo (7%).

La escasez de precipitaciones durante el verano y el no haber realizado aportes de agua a la plantación ha conferido al azafrán producido el carácter típico de secano necesario para el análisis de color, aún a costa de haberse obtenido una baja producción.

DENSIDAD DE SIEMBRA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS BULBOS

En la figura 1 se indica la densidad de siembra y las características de los bulbos sembrados en cada una de las 12 parcelas del campo de ensayo.

RESULTADOS

En las tablas 1 a 8 y en las figuras 2 y 3 se indican los resultados obtenidos en el campo de ensayo utilizado con las diversas selecciones estudiadas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

PRODUCCIÓN

Las producciones obtenidas en el campo de ensayo nos ofrecen una idea de la producción relativa de las selecciones cultivadas, en idénticas condiciones ambientales. Para obtener una idea más general de producción de cada tipo

seleccionado consideramos que sería necesario constituir una experiencia estadística con repeticiones, homogeneizar la densidad de siembra y utilizar poblaciones mayores. No obstante, en la tabla 5 que muestra los gramos de azafrán producidos por kilogramo de semilla plantada, observamos:

TABLA 5. Gramos de azafrán (estigmas desecados) producidos por kilogramo de semilla plantada.

Grams of saffron (dried stigmes) produced per kilogram of planted corn.

SELECCIÓN	BULBOS GRANDES	BULBOS PEQUEÑOS
Manchuela F	0,243	0,029
Centro	0,193	0,011
Manchuela CI	0,150	0,004
Oeste	0,018	—
Sur	0,032	0,001
Mancha	0,030	—

a) Existen diferencias significativas en cuanto a la producción de las diversas selecciones experimentadas, con excepción de las selecciones Zona Sur y Mancha.

b) Esta diferencia de producción parece ser más acusada, dentro de una misma selección geográfica, entre los bulbos de mayor y menor peso (bulbos grandes y pequeños).

Por otra parte, como indica la tabla 6 existen diferencias de producción media de azafrán por flor entre las distintas selecciones ensayadas. Esta diferencia toma su valor máximo entre las producciones medias por flor de las selecciones Manchuela F y Oeste, de bulbos grandes (la diferencia máxima de producción por flor es 0'98 mg por flor). A pesar de la aparente baja magnitud de esta diferencia de producción entre selecciones, ésta puede desviar la producción total de una parcela por encima de los 100 g/kg de azafrán recolectado.

TABLA 6. Gramos de azafrán (estigmas desecados) producidos por bulbo de las distintas selecciones.

Grams of saffron (dried stigmes) produced per bulb of the diverse selections.

SELECCIÓN	BULBOS GRANDES	BULBOS PEQUEÑOS
Manchuela F	$3,69 \times 10^{-3}$	$2,61 \times 10^{-4}$
Centro	$2,00 \times 10^{-3}$	$2,82 \times 10^{-5}$
Manchuela CI	$2,14 \times 10^{-3}$	$6,57 \times 10^{-5}$
Oeste	$1,04 \times 10^{-3}$	—
Sur	$3,79 \times 10^{-4}$	$7,88 \times 10^{-6}$
Mancha	$3,28 \times 10^{-4}$	—

A su vez, la producción de azafrán por flor está directamente correlacionada (coeficiente

de correlación=0'71) con el peso medio de los bulbos que en cada caso constituyen la parcela (ver tabla 8).

Este mismo parámetro, dentro de una misma selección, muestra una diferencia, aunque mínima, a favor de los bulbos de mayor peso. Esta diferencia oscila entre 0'2 mg (selección Sur) y 0'38 mg (selección Centro), representando una oscilación de ± 25 g y $\pm 47'5$ g, respectivamente, en kg de azafrán (ver tabla 7).

TABLA 7. Miligramos de azafrán (estigmas desecados) producidos por flor en las distintas selecciones.

Miligrams of saffron (dried stigmes) produced per flower of the diverse selections.

SELECCIÓN	BULBOS GRANDES	BULBOS PEQUEÑOS
Manchuela F	5,87	5,58
Centro	5,38	5,00
Manchuela CI	5,75	5,50
Oeste	4,89	—
Sur	5,20	5,00
Mancha	5,16	—

Aunque las selecciones de mayor y menor producción del campo de ensayo corresponden a las de mayor y menor peso medio de los bulbos, respectivamente (tabla 8), Selección Manchuela F, bulbos grandes, y selección Sur (bulbos pequeños), el comportamiento del resto de selecciones parece admitir la influencia de otros factores en la producción de la parcela.

Parece lógico pensar que la producción individual de una parcela depende del número o porcentaje de flores que emergen y de su producción media. Anteriormente hemos visto la pequeña variación que en términos absolutos representa este último parámetro en la producción, por lo que parece ser el llamado índice de floración (número de flores emergidas/número de bulbos plantados) de una selección (tabla 8) el máximo responsable de las variaciones de producción que se aprecian en el ensayo. Por tanto, puede escribirse:

$$\text{PRODUCCIÓN (por bulbo)} = \text{PESO MEDIO DE LOS ESTIGMAS DESECADOS POR FLOR} \times \text{ÍNDICE DE FLORACIÓN}$$

En efecto, así podemos explicar cómo selecciones con similar peso medio del bulbo y muy similares producciones de azafrán por flor presentan diferencias tan acusadas de producción por kg de semilla plantada. Este es el caso si comparamos la producción entre las selecciones (de bulbos grandes) Centro y Mancha, con peso medio de bulbo de 10'35 g y 10'87 g, respectivamente (tabla 8).

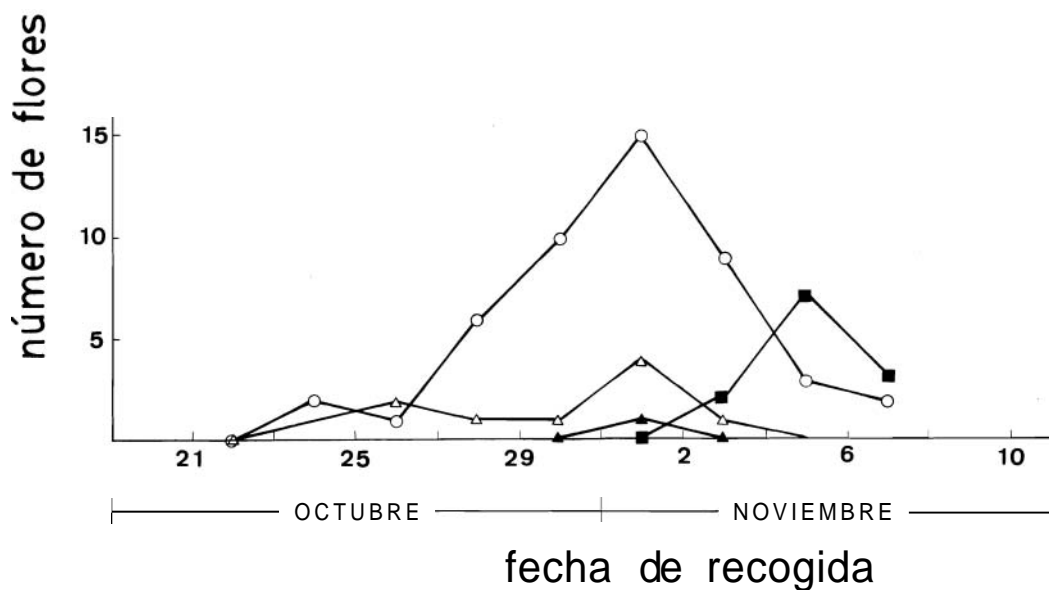


FIGURA 3. Distribución de la floración con el tiempo. Selecciones Oeste (○: bulbos grandes), Sur (A: bulbos grandes; a: bulbos pequeños) y Mancha (■: bulbos grandes).

Distribution of the flowering with time. Selections Oeste (○: big bulbs), Sur (A: big bulbs; a: small bulbs) and Mancha (■: big bulbs)

Al analizar la influencia que el peso medio del bulbo de una selección puede tener sobre el índice de floración correspondiente, encontramos que el coeficiente de correlación alcanza un alto valor positivo (0'92) lo cual es indicativo de la correspondencia directa entre estos dos parámetros (ver tabla 8).

Por lo tanto, la producción total de una parcela (gramos de azafrán producidos por kg de semilla plantada) se ve influenciada por dos parámetros: a) la producción media de azafrán por flor y b) el índice de floración. A su vez, estos dos parámetros están correlacionados directamente, en mayor o menor grado, con el peso medio de los bulbos de la selección.

Solamente si consideramos como producción el azafrán recolectado por unidad de bulbo, independientemente del peso medio de éste (ver tabla 6) observamos que la producción de la selección Manchuela C.I. está por encima de la del Centro, tal y como sería de esperar, ya que el índice de floración y la producción de estigmas desecados por flor de la primera selección son ligeramente superiores.

La producción de la selección Centro será

superior a la de Manchuela C.I. cuando se considere el azafrán producido en base al peso de semilla plantada, ya que el peso medio del bulbo de la selección Centro es apreciablemente menor que el peso medio del bulbo de la selección Manchuela C.I.

DISTRIBUCIÓN DE LA FLORACIÓN

En cuanto a su floración, el azafrán responde al estímulo que supone el acortamiento del fotoperíodo. Se trata de una planta de día corto que sólo florece cuando el fotoperíodo se hace inferior a un cierto número crítico de horas de luz. De ahí la variación en la época de floración del azafrán en las distintas latitudes.

Puede tener cierta importancia económica el estudio de la distribución de las flores de una determinada selección a lo largo del tiempo de cosecha. En efecto, la producción de flores de una selección se extiende, con mayor o menor amplitud, a lo largo de una serie de días una vez que las condiciones del fotoperíodo así lo permitan. Sería interesante la búsqueda de selec-

TABLA 8. Valores del peso medio de los bulbos, producción media por bulbo, índice de floración y producción por kilogramo de las distintas poblaciones ensayadas.

Mean weight values of the bulbs, mean production per bulb, index flowering and production per kilogram of the diverse assayed populations.

SELECCIÓN	PESO MEDIO DE LOS BULBOS (g)	PESO MEDIO DE LOS ESTIGMAS SECOS POR BULBO (mg)	ÍNDICE DE FLORACIÓN	GRAMOS DE AZAFRÁN PRODUCIDOS POR kg DE BULBO
Manchuela F (1)	15,18	5,87	0,628	0,243
Manchuela F (2)	8,99	5,58	0,047	0,029
Centro (1)	10,35	5,38	0,371	0,193
Centro (2)	5,52	5,00	0,013	0,011
Manchuela CI (1)	14,26	5,75	0,372	0,150
Manchuela CI (2)	6,16	5,50	0,005	0,005
Oeste (1)	8,57	4,89	0,213	0,118
Oeste (2)	—	—	—	—
Sur (1)	11,65	5,20	0,072	0,032
Sur (2)	4,99	5,00	0,002	0,002
Mancha (1)	10,87	5,16	0,063	0,030
Mancha (2)				

- (1) Bulbos grandes.
(2) Bulbos pequeños

ciones cuya producción final de flores tuviese lugar en el menor número de días posibles, sin detrimento de esta producción.

En este primer año de cultivo la floración de las diversas selecciones de azafrán, considerando únicamente las de bulbos de mayor peso, por ser éstas las únicas significativas, ha fluctuado entre los 5 días de la selección Mancha y los 18 días de la selección Manchuela F. Esta fluctuación parece depender de la producción de la parcela. Analizando este parámetro en profundidad hemos encontrado una correlación directa, de alta magnitud (coeficiente de $\text{correlación} = 0,92$), entre el número de días de floración de una selección y su producción.

En cuanto a la distribución del «manto floral» (días de máxima floración), las seis selecciones ensayadas en nuestra parcela han presentado dos máximos diferentes de intensidad de floración correspondientes a los intervalos 1-2 y 5-6 de noviembre (figs. 2 y 3).

En la distribución del manto floral dentro de las parcelas sembradas con bulbos de mayor peso medio observamos:

a) Un primer máximo de producción coincidente con el día de nacimiento de flores o con el día posterior.

b) Una fase de reposo en la floración.

c) Un nuevo aumento progresivo de la floración hasta alcanzar el segundo máximo que caracteriza a la selección (intervalo 1-2 ó 5-6 de noviembre).

Asimismo, en las parcelas sembradas con bulbos de menor peso se observa que:

a) En las selecciones con el máximo de manto floral en el intervalo 5-6 de noviembre, y quizás debido al elevado peso medio de sus bulbos, se aprecia la existencia de las tres etapas (primer máximo, fase de reposo y segundo máximo) presentes en los bulbos de mayor peso medio.

b) En el resto de las selecciones (intervalo 1-2 de noviembre) no se aprecia ni el primer máximo ni la fase de reposo. Sin embargo, el día de manto coincide plenamente con el de los bulbos grandes correspondientes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Excm. Diputación Provincial de Albacete la subvención concedida a las Cátedras de Genética y de Química I de la E. U. Politécnica de Albacete para la realización del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ANUARIO DE ESTADÍSTICA AGRARIA. 1983. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
INGRAM, J. S. 1969. The Saffron. Tropical Sci., 11, 17-184.
LEWIS, Y. S.; AAMPATHU, S. R.; SHIVASHANKAR, S. y NATARAJAN, C. P. 1981. Quality Evaluation of Saffron. Indian Arecanut Spices and Cocoa Journal. 4. 113-115.
NORMA UNE 34013 hl.