Rev. Fitotec. Mex. 15:134-148. 1992

FECHAS DE SIEMBRA, DENSIDADES DE POBLACION Y RENDIMIENTO DE CULTIVARES DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) PARA DESHIDRATADO EN IRAPUATO, GTO.[1]

Luis Pérez Moreno[2], Eduardo Villanueva Mosqueda[3] y Mario Mendoza Escobar[4]

RESUMEN

Conocer el hábito de crecimiento de la planta de cebolla, así como sus respuestas al fotoperíodo y a la temperatura en las regiones productoras, es fundamental para prácticas de manejo que permitan aumentar su productividad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento de campo e industrial de cuatro cultivares de cebolla para deshidratado (PVM 3, PVM 7, PVM 56 y PVM 8) y dos densidades de población (296 295 y 592 590 plantas/ha) en tres fechas de siembra de 1987, en Irapuato, Gto. También se incluyó al cultivar Géminis que se recomienda para el consumo en fresco. Las fechas de siembra fueron el 19 de julio (trasplante el 21 de septiembre), 3 de septiembre (trasplante el 30 de octubre) y 23 de octubre (trasplante el 18 de diciembre). En cada fecha de siembra se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con tres repeticiones. Los cultivares de cebolla para deshidratado que presentaron la mejor adaptación a las condiciones climáticas de la región y el mayor rendimiento de bulbos comerciales en las tres fechas de siembra fueron PVM 3 (23.8 a 27.8 ton/ha) y PVM 7 (12.7 a 33.3 ton/ha). Además, los mayores rendimientos de bulbos comerciales (22.2 a 25.4 ton/ha) así como industrial (2.9 a 3.4 ton/ha) se obtuvieron con la menor densidad de población. PVM 3 y PVM 7 presentaron sus mayores rendimientos en la siembra del 23 de octubre.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Hortalizas, prácticas culturales, fotoperíodo, rendimiento industrial.

SUMMARY

A better knowledge of the onion growth habits as well as its photoperiod and temperature responses in the crop production areas, are basic for designing crop management practices to increase onion yields. Field and industrial yields were evaluated in four onion cultivars developed for dehydration purposes (PVM 3, PVM 7, PVM 56 and PVM 8), two plant densities (296 295 and 592 590 plants/ha) and three planting dates, at Irapuato, State of Guanajuato, México, in 1987. Geminis, a cultivar for fresh consumption was also included in the evaluation. Planting (and trasplanting) dates were on July 19 (Sept. 21), Sept. 3 (Oct. 30) and Oct. 23 (Dec. 18). A complete randomized block design with three replications in a split plot arrangement was used in each planting date. Cultivars that showed the best adaptation to the climatic conditions as well as the higher commercial bulb yield in the three planting dates were PVM 3 (23.8 to 27.8 ton/ha) and PVM 7 (12.7 to 33.3 ton/ha). The higher commercial bulb yield (22.2 to 25.4 ton/ha) and industrial yield (2.9 to 3.4 ton/ha) were found at the lower plant density. PVM 3 and PVM 7 showed its best yields when planted in Oct. 23.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Horticulture, crop management, photoperiod, industrial yield.

[1] Investigación realizada bajo convenio colaborativo entre la Compañía Productos Vegetales de México, S.A. de C.V. y la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato.

[2] Profesor-Investigador de la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato. Apdo. Postal 311. Irapuato, Gto. México.

[3] Supervisor de Investigación Agrícola Productos Vegetales de México, S.A. de C.V. Irapuato, Gto. México.

[4] Residente Auxiliar FIRA, Parral, Chih. México.

INTRODUCCION

En México se siembran cada año alrededor de 500,000 ha de hortalizas que representan el 3% de la superficie total cultivable. En Guanajuato, la superficie sembrada con este tipo de cultivos llega a ser hasta de 53,744 ha anuales, que equivale al 10% de la superficie hortícola nacional. Por ello, este Estado ocupa el segundo lugar de importancia hortícola en México, dedicándose gran parte de especies a la producción para el mercado de exportación, como son el brócoli (*Brassica oleracea* var. italica), la coliflor (*Brassica oleracea* var. botrytis), el espárrago (*Asparagus officinalis* var. atilis), el ajo (*Allium sativum* L.), la fresa (*Fragaria* x *ananassa* Duch.), el pepino para encurtir (*Cucumis sativus* L.), la cebolla (*Allium cepa* L.), el chile seco (*Capsicum annuum* L.) y la jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) con el 25.5% de la producción total en el Estado (CIFAP Gto., 1988).

En Guanajuato se cultiva cebolla tanto para el mercado nacional como para la exportación y es el principal Estado productor de esta hortaliza debido a que se siembra el 30% de la superficie nacional, produce el 25% del volumen total y el valor de la cosecha representa el 20% del valor total para la producción del país (SARH, 1985).

En la región de Irapuato, Gto. se siembra cebolla, cuyo principal uso es el consumo en fresco y para la producción de semilla. Además, se considera que ahí se tienen condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo de los cultivares de cebolla para deshidratado (Pérez *et al.*, 1989). Sin embargo, como se desconocen las características de adaptabilidad de este tipo de cultivares de cebolla, se considera necesario su evaluación usando como criterios no sólo el rendimiento, sino también algunas otras características de tipo morfológico y fenológico asociadas con el rendimiento bajo condiciones variables del ambiente (Ortíz, 1978).

Evaluar cultivares de cebolla en diferentes épocas de siembra, significa manejar factores genéticos y ambientales de tal forma que se puedan conocer las combinaciones que produzcan los mejores resultados, tanto en calidad como en cantidad de bulbos. El objetivo del presente estudio fue determinar las fechas de siembra, densidades de población y cultivares de cebolla para deshidratado, que permitan obtener los máximos rendimientos de campo e industriales, en el municipio de Irapuato, Gto. Como objetivo colateral se pretende obtener información que permita diversificar la actividad agrícola de la región incorporando el cultivo de cebolla para deshidratado dentro de los sistemas agrícolas regionales.

REVISION DE LITERATURA

La cebolla requiere temperaturas frescas durante la etapa de plántula y moderadamente altas durante la etapa de bulbo (Sosa, 1972; Cassares, 1980). Se ha encontrado que la temperatura tiene más influencia que el fotoperíodo en determinar la formación del tallo floral. A temperaturas bajas, de 10 a 15° C, y en días cortos de 9 a 12 horas, las plantas de cebolla rápidamente empiezan a emitir el tallo floral, pero con temperaturas entre 21 y 26° C no florecen, ya sean días cortos o largos (de 15 horas) (Sosa, 1972; Cassares, 1980; Acosta y Luján, 1989).

Las mermas que la floración prematura puede causar, varían mucho de un año a otro y sus causas son complejas; en primer lugar existen causas genéticas, pues hay

variedades de cebolla más propensas a la floración prematura que otras (Jones y Mann, 1963; Sosa, 1972; Cassares, 1980; Acosta y Luján, 1989).

En experimentos de cebolla para deshidratado, se ha encontrado que no existe correlación entre el tamaño de bulbos y el contenido de materia seca (sólidos totales) dentro de un mismo cultivar; en cambio, cuando se comparan bulbos de diferentes cultivares, se ha encontrado que aquellos que en promedio producen bulbos grandes, presentan bajo contenido de sólidos totales, mientras los que tienen bulbos más chicos, presentan mayores concentraciones de materia seca. Asimismo, la concentración de materia seca difiere entre cultivares, sin encontrarse un comportamiento definido al evaluarse en diferentes fechas de siembra (Sosa, 1972; Acosta y Luján, 1989).

En relación a la densidad de población, se ha demostrado que el rendimiento total de bulbos a la cosecha es mayor conforme aumenta el número de plantas por unidad de superficie, hasta alcanzar un máximo y después declina. La densidad de plantas con la que se alcanza el mayor rendimiento total, produce bulbos demasiado pequeños para el mercado en fresco, por lo que una densidad apropiada para la producción comercial de bulbos varía entre 47 plantas m^{-2} (Rodríguez, 1983), y de 66 a 100 plantas m^{-2} (Bleasdale, 1966; Nichols y Heydecker, 1966; Sabota y Downes, 1981; Mondal *et al.*, 1986). Al respecto, Itnal *et al.* (1979) encontraron que los máximos rendimientos se obtuvieron con 500,000 plantas ha^{-1} con el cultivar Bellary Red; por otra parte, Simonov y Tudzarov (1980) evaluaron el cultivar Majski Srebrnjak y encontraron que al aumentar la densidad de 250,000 a 625,000 plantas ha^{-1}, los rendimientos se incrementaron de 24.74 a 45.55 ton ha^{-1} sin reducir la calidad.

Con respecto a las fechas de siembra en cebolla de invierno, se ha comprobado que en general, a medida que se retrasa la fecha de siembra, disminuye el rendimiento comercial y la calidad del bulbo (Hoyle *et al.*, 1972; Sosa, 1972; Acosta y Luján, 1989; Luján y Acosta, 1989).

MATERIALES Y METODOS

Los cultivares de cebolla para deshidratado evaluados en este estudio fueron introducidos de Estados Unidos y cubren una amplia gama de respuestas al fotoperíodo. Ellos fueron los siguientes: PVM 3: Variedad de polinización abierta, con un contenido de sólidos solubles de 16%, la forma de bulbos es de tipo grueso, aplanado, con un cuello delgado y raíz pequeña, diámetro de bulbo de 3 a 4 cm y de fotoperíodo corto; PVM 7: Es un híbrido, con un contenido de sólidos solubles de 17 a 19%, el tipo de bulbo es globo-aplanado, con un cuello intermedio, raíz gruesa y grande, diámetro de bulbo de 6 a 7 cm y de fotoperíodo intermedio; PVM 8: Es una variedad de polinización abierta, con un contenido de sólidos solubles de 16 a 17%, la forma de bulbo es del tipo globo-aplanado, raíz grande, diámetro de bulbo de 5 a 7 cm y de fotoperíodo intermedio-tardío; y PVM 56: Es una variedad de polinización abierta, con un contenido de sólidos solubles de 15 a 17%, el bulbo tiene forma de globo, raíz pequeña, diámetro de bulbo de 5 a 7 cm y de fotoperíodo largo.

Asimismo, en la segunda y tercer fecha de siembra se utilizó como testigo a la variedad Géminis, de polinización libre para el consumo en fresco, con un contenido de

sólidos solubles del 8 al 9%, la forma del bulbo es globo-aplanado, raíz gruesa y grande, diámetro de 7 a 9 cm y de fotoperíodo corto.

Las fechas de siembra se seleccionaron para cubrir el ciclo otoño-invierno con sus respectivas fechas de trasplante. Las fechas de siembra en los almácigos fueron el 19 de julio, 3 de septiembre y 23 de octubre de 1987; realizándose el trasplante el 21 de septiembre, 30 de octubre y 18 de diciembre del mismo año, respectivamente.

Las dos densidades de siembra evaluadas se sembraron en parcelas de cuatro surcos de 0.90 m de ancho y 7.50 m de largo. La primera fue de 296,295 plantas ha^{-1}, que se obtuvieron plantado dos hileras por surco con separación entre plantas de 7.62 cm; la segunda fue de 592,590 plantas ha^{-1}, poniendo cuatro hileras de plantas por surco con la misma separación entre plantas. En las siembras comerciales de cebolla para el mercado en fresco se utilizan surcos de 0.90 m de ancho y se ponen dos hileras de plantas, pero como en la cebolla para deshidratado el bulbo alcanza un tamaño menor a la cosecha, es que se planteó poner las cuatro hileras por surco para optimizar el factor suelo.

La investigación se llevó a cabo en terrenos de la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato, localizados en el municipio de Irapuato, Gto. El diseño experimental utilizado en los experimentos de cada una de las tres fechas de siembra fue un bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas, con tres repeticiones. La parcela grande se asignó al factor cultivares y la chica al factor densidades de población, lo cual dió un total de ocho tratamientos en la primera fecha de siembra y diez en las dos restantes. La comparación múltiple de medias se realizó con la prueba de Tukey al 0.05. Asimismo, se hicieron análisis de correlación.

Las variables analizadas fueron las siguientes:

a) Número y rendimiento económico de bulbos comerciales ha^{-1}.- Los bulbos obtenidos en la parecela útil (12.6 m^2) se clasificaron en tres categorías: 1° Bulbos comerciales; 2° Bulbos dobles y 3° Bulbos no formados (scallion). Solamente se analizó el número y el peso de bulbos comerciales, previa transformación a una superficie de una hectárea.

b) Porcentaje de sólidos solubles.- Se utilizó un refractómetro de mano; de 0-30 °Brix, tomando como muestra 20 bulbos al azar de la parcela útil, para luego calcular su promedio.

c) Número de plantas con tallo floral ha^{-1}.- Se contó el número de plantas con tallo floral en la parcela útil, para luego transformar a una hectárea.

d) Indice de cosecha.- Se aplicó la fórmula:

$$\text{Indice de cosecha} = \frac{\text{Rendimiento económico}}{\text{Rendimiento biológico}}$$

Donde:

Rendimiento económico = Rendimiento de bulbos comerciales por parcela útil.

Rendimiento biológico = Rendimiento total por parcela útil, que incluye follaje, bulbo y raíz de bulbos comerciales.

e) Rendimiento industrial.- Esta variable se obtuvo al multiplicar rendimiento económico de los bulbos comerciales por el

contenido de sólidos solubles por la eficiencia de fábrica, la cual en este caso se consideró como 90%.

El manejo agronómico general de los experimentos consistió en sacar las plántulas de los almácigos a los 60 días después de la siembra. La dosis de fertilización aplicada fue la 210-60-00 colocando 90 kg de N y los 60 kg de P_2O_5 al surcar, 70 kg de N a los 50 días después del trasplante, y los restantes 50 kg a los 25 días después de la segunda aplicación. Se dieron los riegos oportunos para el buen desarrollo del cultivo aclarando que se presentaron lluvias durante la segunda y tercera fechas de siembra. Se dieron los cultivos y deshierbes necesarios para el control de maleza; se controlaron las plagas y enfermedades que se presentaron durante el desarrollo del cultivo. Finalmente, la cosecha se realizó cuando el 50% del total de las plantas de la parcela útil se doblaron (plantas "rendidas").

RESULTADOS Y DISCUSION

Número de bulbos comerciales

En los análisis de varianza de las tres fechas de siembra se observaron diferencias altamente significativas para los factores cultivares y densidades de población, así como para sus interacciones, excepto para el factor cultivares en la primera fecha de siembra y la interacción en la segunda fecha, con coeficientes de variación máximos de 20% (Cuadro 1), que para el caso del cultivo de cebolla indican que se tuvo buena precisión en el manejo de los experimentos.

En el Cuadro 2 se observa que en la primera fecha de siembra (19 de julio) los cuatro cultivares presentaron estadísticamente el mismo número de bulbos comerciales; aun cuando la cantidad de bulbos totales producidos por los cultivares PVM 7 y PVM 3 fue muy superior a los producidos por los otros cultivares (datos no presentados) esto no se tradujo en un mayor número de bulbos comerciales, ya que en esta misma fecha esos dos cultivares presentaron el mayor número de plantas floreadas (Cuadro 3) cuyos bulbos no alcanzaron la categoría de bulbos comerciales. En la segunda fecha de siembra (3 de septiembre) los cultivares PVM 3, PVM 56 y PVM 8 tuvieron estadísticamente el mayor número de bulbos comerciales, que PVM 7 y Géminis; lo anterior se explica ya que en esa fecha los cultivares PVM 7 y Géminis tuvieron el mayor número de plantas floreadas (Cuadro 3) lo cual se tradujo en un menor número de bulbos comerciales. Asimismo, en la tercera fecha de siembra (23 de octubre) se observa que los cultivares PVM 3, PVM 7 y Géminis presentaron el mayor número de bulbos comerciales, comparado con el resto de los cultivares. Cabe destacar que en esta fecha de siembra la temperatura promedio, unidades calor y horas luz por día (Cuadro 4), aumentaron en comparación con las dos primeras fechas y por lo tanto, hubo una mayor estimulación para la formación del bulbo, lo cual se tradujo en un número bajo de plantas floreadas (Cuadro 3).

Entre densidades de población, se encontró que en las tres fechas de siembra el número de bulbos comerciales estadísticamente mayor se obtuvo con la densidad alta (592,590 plantas ha^{-1}) (Cuadro 2); lo anterior coincide con Rodríguez (1983) quien indica que el óptimo espaciamiento para lograr el mayor número de bulbos comerciales es de 6 cm entre plantas.

Por otro lado, el número de bulbos comerciales presentó correlaciones positivas y significativas (Cuadro 5) con el rendimiento

Cuadro 1. Significancia de las fuentes de variación de los experimentos establecidos en tres fechas de siembra para cada variable de cebolla.

Variable	Fuentes de variación			
	Cultivares	Densidades de población	Interacción Cult. X Dens.	C.V. (%)
Primera fecha de siembra				
Número de bulbos comerciales	ns	* *	* *	14
Rendimiento económico de bulbos comerciales	* *	*	*	12
Contenido de sólidos solubles	* *	ns	ns	13
Rendimiento industrial	* *	ns	ns	16
Número de plantas con tallo floral	* *	* *	* *	16
Indice de cosecha	* *	* *	ns	8
Segunda fecha de siembra				
Número de bulbos comerciales	* *	* *	ns	20
Rendimiento económico de bulbos comerciales	* *	*	ns	25
Contenido de sólidos solubles	* *	ns	*	4
Rendimiento industrial	* *	*	ns	19
Número de plantas con tallo floral	* *	* *	* *	23
Indice de cosecha	* *	* *	*	6
Tercera fecha de siembra				
Número de bulbos comerciales	* *	* *	* *	14
Rendimiento económico de bulbos comerciales	* *	ns	ns	15
Contenido de sólidos solubles	* *	ns	ns	7
Rendimiento industrial	* *	ns	ns	18
Número de plantas con tallo floral	* *	* *	* *	28
Indice de cosecha	* *	*	ns	7

Cuadro 2. Número de bulbos comerciales por hectárea producidos por cultivares de cebolla en

Cuadro 2. Número de bulbos comerciales por hectárea producidos por cultivares de cebolla en dos densidades de población y en tres fechas de siembra, en Irapuato, Gto.

Factor	Fechas de siembra		
	19 de julio	3 de septiembre	23 de octubre
Variedades			
PVM 3	273 810	315 873 a[1]	522 522 a
PVM 7	283 333	131 746 c	469 048 ab
PVM 8	259 524	252 381 ab	374 603 bc
PVM 56	226 984	264 286 ab	253 968 c
Géminis	--------	226 984 b	410 317 ab
Densidades (plantas ha^{-1})			
592 590	293 651 a	277 778 a	518 254 a
296 295	227 778 b	199 206 b	293 651 b

[1] Cifras con la misma letra en cada fecha de siembra, no son diferentes estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 3. Número de plantas con tallo floral por hectárea producidas por cultivares de cebolla en dos densidades de población y en tres fechas de siembra, en Irapuato, Gto.

Factor	Fechas de siembra		
	19 de julio	3 de septiembre	23 de octubre
Variedades			
PVM 7	105 556 a[1]	308 730 a	1 587 b
PVM 3	65 079 b	80 952 c	2 381 b
PVM 8	5 556 c	118 254 c	2 381 b
PVM 56	1 587 c	89 683 c	794 b
Géminis	-------	232 540 b	68 254 a
Densidades (plantas ha^{-1})			
592 590	66 667 a	241 270 a	22 222 a
296 295	21 429 b	91 270 b	7 937 b

[1] Cifras con la misma letra en cada fecha de siembra, no son diferentes estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 4. Síntesis meteorológica[1] del área donde se desarrollaron los experimentos de cultivares de cebolla para deshidratado, en el municipio de Irapuato, Gto., durante 1987-1988.

Cultivar	Días a cosecha después del trasplante	Temperatura media (°C)	Humedad relativa media (%)	Precipitación (mm)	Unidades calor	Horas luz
Primer experimento (21 de septiembre de 1987 a 18 de marzo de 1988)						
PVM 3	160	14.0	70.0	80.0	647	8.1
PVM 7	160	14.0	70.0	80.0	647	8.1
PVM 8	178	14.2	70.6	116.0	726	8.0
PVM 56	178	14.2	70.6	116.0	726	8.0
Segundo experimento (30 de octubre de 1987 a 20 de mayo de 1988)						
PVM 3	146	13.9	66.6	56.0	506	7.8
Géminis	146	13.9	66.6	56.0	506	7.8
PVM 7	178	14.4	66.6	56.0	739	7.8
PVM 8	203	17.4	66.1	56.0	1001	8.0
PVM 56	203	17.4	66.1	56.0	1001	8.0
Tercer experimento (18 de diciembre de 1987 a 24 de junio de 1988)						
Géminis	133	15.3	67.8	36.0	558	7.2
PVM 3	153	15.9	67.3	36.0	792	8.4
PVM 7	169	16.6	65.9	36.0	965	8.7
PVM 8	190	17.1	66.4	70.0	1212	8.7
PVM 56	190	17.1	66.4	70.0	1212	8.7

[1] Información obtenida del área de agrometeorología de la E.A.Z.-U.G. por el Ing. José Luis A. Delgado Hernández.

económico, el índice de cosecha y el rendimiento industrial; en cambio, su correlación con el número de plantas floreadas fue negativa y significativa lo cual confirma lo discutido anteriormente entre fechas de siembra para estas dos variables.

Número de plantas con tallo floral

En el Cuadro 1 destaca que esta variable presentó coeficientes de variación relativamente altos (16, 23 y 28% para la primera, segunda y tercera fechas de siembra, respectivamente) pero aún aceptables para cebolla. Como ya se indicó, los cultivares de cebolla y las densidades de población evaluadas presentaron diferente número de plantas con tallo floral en cada una de las tres fechas de siembra.

En el Cuadro 3 se observa que en la primera y segunda fechas de siembra hubo

Cuadro 5. Correlaciones entre las variables de cebolla para deshidratado, en la región de Irapuato, Gto.

Variables	Rendimiento económico de bulbos comerciales	Contenido de sólidos solubles (%)	Plantas floreadas	Indice de cosecha	Rendimiento industrial
Número de bulbos comerciales	0.43 **	0.172	-0.26 **	0.44 **	0.57 **
Rendimiento económico de bulbos comerciales		-0.31 **	-0.05	0.82 **	0.74 **
Contenido de sólidos solubles (%)			-0.10	-0.09	0.35 **
Plantas floreadas				-0.04	-0.18
Indice de cosecha					0.72 **

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01, respectivamente.

una tendencia a presentar un alto número de plantas con tallo floral, especialmente en los cultivares PVM 7, PVM 3 y Géminis, lo cual, desde el punto de vista de la producción comercial es indeseable. Lo anterior se pudo deber a que en la región de Irapuato, Gto., se presentaron durante el ciclo de cultivo de las primera y segunda fecha de siembra, temperaturas y horas sol promedio cercanas a 14°C y 8 horas sol, respectivamente; lo cual pudo estimular la emisión de tallo floral en los cultivares PVM 7 y PVM 3, que son de fotoperíodo corto e intermedio, respectivamente. Estos resultados coinciden con lo señalado por Sosa (1972), Cassares (1980) y Acosta y Luján (1989) quienes indican que temperaturas bajas de 10 a 15°C y en días cortos de 9 a 12 horas sol, las plantas de cebolla rápidamente empezaron a emitir el tallo floral. Los mismos autores señalan que cuando se presentan temperaturas entre 21 y 26°C las plantas de cebolla no florecen aun cuando sean de fotoperíodo corto o largo; lo que en parte coincide con los resultados obtenidos con los cuatro cultivares para deshidratado (excepto Géminis) en la tercera fecha de siembra, en la cual se presentaron mayores temperaturas y un fotoperíodo más largo (17°C y 8.5 horas sol, respectivamente) que en las dos primeras fechas.

Con respecto a densidades de población, la densidad alta presentó el mayor número de plantas con tallo floral en cada una de las tres fechas de siembra (Cuadro 3); al respecto, Jones y Mann (1963), Sosa (1972), Cassares (1980) y Acosta y Luján (1989), indican que si bien la primera causa que motiva la floración prematura es de origen

genético, existen otras causas complejas que la pueden originar, dentro de las cuales pudiera estar la mayor competencia entre plantas.

Rendimiento económico de bulbos comerciales

Los resultados de los análisis de varianza (Cuadro 1) arrojaron diferencias significativas para cultivares de cebolla en las tres fechas de siembra, para densidades de población en la primera y segunda fechas y para la interacción en la primera, con coeficientes de variación entre 12 y 25%.

En la primera fecha de siembra (Cuadro 6), PVM 7 y PVM 3 lograron los rendimientos económicos más altos, lo que significa que esos dos cultivares tuvieron bulbos de mayor tamaño y más pesados que los producidos por PVM 8 y PVM 56 pues se había observado que el número de bulbos comerciales de los cuatro cultivares fue estadísticamente igual (Cuadro 2). En la fecha del 3 de septiembre se observa que los cultivares Géminis y PVM 3 fueron los más rendidores; el cultivar PVM 7 fue el que tuvo mayor número de plantas floreadas (Cuadro 3), lo cual ocasionó que tuviera el menor número de bulbos comerciales (Cuadro 2) y, por tanto, el menor rendimiento económico en esa fecha (Cuadro 6). En la tercera fecha de siembra, los cultivares Géminis, PVM 7 y PVM 3 produjeron los mayores rendimientos económicos; cabe destacar que Géminis es una variedad para el mercado en fresco, que acumula gran cantidad de agua en sus bulbos lo cual origina altos rendimientos de ese órgano; también, en esta fecha de siembra, la temperatura promedio, las unidades calor y las horas luz por día aumentaron (Cuadro 4) y, por lo tanto, hubo condiciones favorables para la formación del bulbo desestimulando la floración prematura (Cuadro 3). Al respecto, Hoyle *et al.* (1972), Sosa (1972), Acosta y Luján (1989) y Luján y Acosta (1989) indican que en las fechas de siembra más tempranas durante el ciclo otoño-invierno, es donde se obtienen los más altos rendimientos económicos y que conforme se hacen las siembras más tardías éste se va reduciendo. En el presente estudio los mayores rendimientos se obtuvieron en la fecha más tardía, al menos para tres de los cinco cultivares.

Entre densidades, se encontró que en las dos primeras fechas de siembra el mayor rendimiento económico de bulbos comerciales se obtuvo con la densidad baja (296,295 plantas ha^{-1}) (Cuadro 6) aun cuando el mayor número de bulbos comerciales se tuvo con la densidad alta (Cuadro 2), lo que se atribuye a que a medida que la distancia entre plantas fue mayor hubo menor competencia y, por lo tanto, hubo una producción de bulbos más grandes y más pesados. Los resultados anteriores no coinciden con autores como Bleasdale (1966), Nichols y Heydecker (1966), Sabota y Downes (1981), Itnal *et al.* (1979), Simonov y Tudzarov (1980), Rodríguez (1983) y Mondal *et al.* (1986), quienes indican haber obtenido los máximos rendimientos con densidades que varían de 47 a 100 plantas m^{-2}, trabajando con variedades de cebolla para consumo en fresco, mientras que en el presente estudio se lograron con densidades cercanas de 30 plantas m^{-2}, pero con cultivares para deshidratado. Estos cultivares producen gran cantidad de follaje lo cual ocasiona fuerte competencia entre plantas, principalmente en altas densidades de población, que se traduce en producción de bulbos pequeños y bajo rendimiento económico.

Cuadro 6. Rendimiento económico (kg ha^{-1}) de bulbos comerciales producidos por cultivares de cebolla en dos densidades de población y en tres fechas de siembra, en Irapuato, Gto.

Factor	Fechas de siembra		
	19 de julio	3 de septiembre	23 de octubre
Variedades			
PVM 7	24 603 a[1]	12 698 c	33 333 b
PVM 3	23 810 ab	25 397 b	27 778 b
PVM 8	18 254 bc	15 873 c	14 286 c
PVM 56	15 873 c	15 079 c	10 317 c
Géminis	------	36 508 a	46 032 a
Densidades (plantas ha^{-1})			
296 295	22 222 a	23 810 a	25 397
592 590	19 048 b	19 048 b	27 778

[1] Cifras con la misma letra en cada fecha de siembra, no son diferentes estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Por otra parte, el rendimiento económico de bulbos comerciales presentó correlaciones positivas con las variables rendimiento industrial e índice de cosecha (Cuadro 5), lo cual significa que al incrementarse el rendimiento económico, el rendimiento que se obtenga en fábrica será mayor; asimismo, que al haber mayor acumulación de materia seca en los bulbos en comparación con el follaje, el índice de cosecha será mayor. La correlación negativa con el contenido de sólidos solubles coincide con Sosa (1972), y Acosta y Luján (1989), quienes indican que los cultivares que producen bulbos grandes presentan bajo contenido de materia seca, y los que tienen bulbos más chicos presentan mayor porcentaje de sólidos solubles.

Contenido de sólidos solubles

En el Cuadro 7 se puede observar que sólo en la primera fecha de siembra el cultivar PVM 3 fue mayor estadísticamente al resto de los cultivares para deshidratado; considerando las tres fechas de siembra, los cultivares PVM 7 y PVM 3 presentaron contenido de sólidos solubles mayores que los cultivares PVM 8, PVM 56 y Géminis. Esto sugiere que las condiciones de temperatura y fotoperíodo que prevalecen en la región de Irapuato, Gto., durante el ciclo otoño-invierno, son favorables para un mejor desarrollo, y por lo tanto una madurez fisiológica máxima, de los cultivares PVM 3 y PVM 7 que son de fotoperíodo corto e intermedio, respectivamente, lo cual se tradujo en una mayor síntesis de azúcares, en comparación con los cultivares PVM 8 y PVM 56 que permanecieron desarrollándose vegetativamente por más tiempo y quizás su contenido de materia seca no llegó al máximo. Respecto al cultivar Géminis, por ser un material para consumo en fresco, no producirá más del 10% de sólidos totales. Los resultados anteriores coinciden con lo

señalado por Sosa (1972), Acosta y Luján (1989), al haber realizado estudios similares en otros ambientes y con diferentes cultivares de cebolla para deshidratado; ya que ellos indican que existe un mayor contenido de sólidos solubles en los cultivares que producen bulbos medianos y pequeños, que en los cultivares de bulbo grande; aunque señalan que no hay un comportamiento bien definido en la producción de sólidos totales de los diferentes cultivares, al ser evaluados en diferentes fechas de siembra, durante el ciclo otoño-invierno.

Con respecto a densidades de población se encontró que en las tres fechas de siembra ambas densidades de población produjeron el mismo contenido de sólidos solubles (Cuadro 7); Sosa (1972) indica que dentro de un mismo cultivar el porcentaje de sólidos solubles producidos tanto en bulbos grandes como en chicos es similar.

Esta variable presentó una correlación negativa con el rendimiento económico de bulbos comerciales (Cuadro 5); esto es importante al trabajar con cebolla para deshidratado ya que es necesario determinar el ambiente en el cual se debe desarrollar el cultivo, para tener un equilibrio entre el mayor contenido de sólidos solubles y su rendimiento económico óptimo, lo cual traerá como consecuencia un mayor rendimiento industrial.

Rendimiento industrial

En virtud de que los cultivares produjeron rendimientos económicos diferentes (Cuadro 6) y contenidos de sólidos solubles también diferentes (Cuadro 7), los rendimientos industriales variaron entre genotipos en cada una de las tres fechas (Cuadro 8). Además, la densidad baja produjo el mayor rendimiento industrial en la segunda fecha de

Cuadro 7. Contenido de sólidos solubles (%) producidos por cultivares de cebolla en dos densidades de población y en tres fechas de siembra, en Irapuato, Gto.

Factor	Fechas de siembra		
	19 de julio	3 de septiembre	23 de octubre
Variedades			
PVM 3	17.48 a[1]	16.28 a	15.42 a
PVM 7	13.77 b	15.68 a	17.30 a
PVM 8	11.68 b	14.37 a	15.42 a
PVM 56	11.25 b	13.12 a	15.23 a
Géminis	------	8.90 b	8.30 b
Densidades (plantas ha^{-1})			
592 590	13.89	13.53	14.62
296 295	13.20	13.81	14.05

[1] Cifras con la misma letra en cada fecha de siembra, no son diferentes estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Cuadro 8. Rendimiento industrial (kg ha^{-1}) producidos por cultivares de cebolla en dos densidades de población y en tres fechas de siembra, en Irapuato, Gto.

Factor	Fechas de siembra		
	19 de julio	3 de septiembre	23 de octubre
Variedades			
PVM 3	4 115 a[1]	4 122 a	4 236 ab
PVM 7	3 366 ab	2 089 c	5 822 a
PVM 8	2 161 bc	2 324 c	2 315 bc
PVM 56	1 755 c	1 967 c	1 666 c
Géminis	------	3 233 b	3 801 b
Densidades (plantas ha^{-1})			
296 295	2 903	3 028 a	3 406
592 590	2 795	2 466 b	3 730

[1] Cifras con la misma letra en cada fecha de siembra, no son diferentes estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

siembra, quizás debido a que en esta fecha la densidad baja fue la que tuvo el mayor rendimiento económico, con igual porcentaje de sólidos solubles al acumulado por la densidad alta.

Finalmente, en el Cuadro 5 se observa un alto grado de asociación (r=0.74 **) entre el rendimiento industrial y el rendimiento económico.

Indice de cosecha

Los análisis de varianza arrojaron diferencias para los factores cultivares y densidades de población, en cada una de las tres fechas de siembra, con los coeficientes de variación más bajos (menores a 8%) de todas las variables (Cuadro 1).

En el Cuadro 9 se observa que entre los cultivares aptos para el deshidratado, PVM 3 mostró el mayor índice de cosecha en las dos primeras fechas de siembra, siguiendo PVM 7, lo cual indica que estos cultivares producen una mayor proporción de bulbo que el resto de sus partes (hojas, raíz, etc.), con respecto a su biomasa total. La densidad de población baja fue la que tuvo el mayor índice de cosecha, pues al tener mayor espaciamiento entre plantas los bulbos alcanzaron un mayor tamaño.

Por último, el índice de cosecha presentó una correlación positiva altamente significativa con el rendimiento económico de bulbos comerciales y con el rendimiento industrial (Cuadro 5).

Cuadro 9. Promedios del índice de cosecha producidos por cultivares de cebolla en dos densidades de población y en tres fechas de siembra, en Irapuato, Gto.

Factor	Fechas de siembra		
	19 de julio	3 de septiembre	23 de octubre
Variedades			
PVM 3	0.49 a[1]	0.53 b	0.81 a
PVM 7	0.26 b	0.30 c	0.71 a
PVM 8	0.23 b	0.24 c	0.29 b
PVM 56	0.21 b	0.23 c	0.22 b
Géminis	----	0.71 a	0.82 a
Densidades (plantas ha^{-1})			
296 295	0.32 a	0.43 a	0.59 a
592 590	0.28 b	0.37 b	0.55 b

[1] Cifras con la misma letra en cada fecha de siembra, no son diferentes estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

CONCLUSIONES

El mayor número de bulbos comerciales en cada una de las tres fechas de siembra se logró con el cultivar PVM 3 y con la mayor densidad de población (592,590 plantas/ha).

Los máximos rendimientos económicos de bulbos comerciales se obtuvieron:

a) En la primera fecha de siembra (19 de julio de 1987), con los cultivares PVM 7 y PVM 3.

b) En la segunda fecha de siembra (3 de septiembre de 1987), con los cultivares Géminis y PVM 3.

c) En la tercera fecha de siembra (23 de octubre de 1987), con los cultivares Géminis, PVM 7 y PVM 3.

Los máximos rendimientos económicos de bulbos comerciales en cada una de las tres fechas de siembra se obtuvieron con la menor densidad de población (296,295 plantas/ha).

Los cultivares PVM 3 y PVM 7 produjeron bulbos comerciales con mayores contenidos de sólidos solubles en cada una de las tres fechas de siembra.

Los mayores rendimientos industriales en cada una de las tres fechas de siembra se alcanzaron con los cultivares PVM 3 y PVM 7, excepto en la segunda fecha donde PVM 7 tuvo un bajo rendimiento.

El índice de cosecha más alto de los cultivares para deshidratado en cada una de las tres fechas de siembra se obtuvo con el cultivar PVM 3. Entre densidades, la menor densidad presentó mayores IC que la densidad alta.

BIBLIOGRAFIA

Acosta R., G.F. y M. Luján F. 1989. Efecto de cuatro fechas de siembra de almácigo en el rendimiento y calidad de cebollas para deshidratado con diferentes requerimientos de fotoperíodo en Delicias, Chih. Memorias del III Congreso Nacional de Horticultura, Oaxtepec, Mor., México. p. 64.

Bleasdale, J. K. A. 1966. The effects of plant spacing on the yield of bulb onions (*Allium cepa* L.) grow from seed. J. Hort. Sci. 41: 145-153.

Cassares, E. 1980. Producción de Hortalizas. 3a. Ed. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. pp. 238-259.

CIFAP-Guanajuato. 1988. Primera Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. INIFAP-SARH. Guanajuato, Gto. pp. 75-77.

Hoyle, J. B., L.C . Brown, and M. Yamagouchi. 1972. Onion production comparisons of dehydrated and market types for the West Side. California Agric. 26 (10): 6-7.

Itnal, C. J., V. S. N. Reddy, and V. S. Veerana. 1979. Response of onion for furrow planting and high plant density. Curr. Res. 8 (2): 28-29.

Jones, H. A. and L. K. Mann. 1963. Onion and Their Allies. London. World Crops Books. pp. 288-290.

Luján F., M. y G. F. Acosta R. 1989. Fechas de siembra en almácigo y edades de trasplante para las cebollas (*Allium cepa* L.) de invierno en Delicias, Chih. Memorias del III Congreso Nacional de Horticultura, Oaxtepec, Mor., México. p. 46.

Mondal, M.F., J.L. Brewster, G.E.L. Morris, and H.A. Butler. 1986. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.) I. Effects of plant density and sowing date in field conditions. Ann. Bot. 58: 187-195.

Nichols, M. A. and W. Heydecker. 1966. Onion spacing depends on requeriments grower. Hort. Abst. 36 (3): 3823-5783. p. 562.

Ortiz C., J. 1978. Enfoques para la utilización de los recursos genéticos. En: Recursos disponibles en México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Cervantes S., T. (ed). pp. 478-479.

Pérez M., L., E. Villanueva M. y M. Mendoza E. 1989. Emisión de tallos florales y rendimiento comercial en la evaluación de fechas de siembra, densidades de población y cultivares de cebolla *Allium cepa* L. para deshidratado, en el municipio de Irapuato, Gto. Memorias del III Congreso Nacional de Horticultura, Oaxtepec, Mor., México. p. 46.

Rodríguez M., R. 1983. Efecto de la fertilización nitrogenada y distanciamiento entre planta en el rendimiento y desarrollo de la cebolla (*Allium cepa* L.) de trasplante en Cd. Delicias, Chih. Tesis de Licenciatura. Universidad de Chihuahua. Cd. Delicias, Chih., México.

Sabota, C.M. and J.D. Downes. 1981. Onion growth and yield in relation to trasplant, pruning, size, spacing, and depth of planting. Hort Science 16 (4): 533-535.

SARH. 1985. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. Area de influencia del Campo Agrícola Experimental Bajío. SARH-INIA-CIAB-CAEB, Celaya, Gto., México. pp. 82-88.

Simonov, D. and T. Tudzarov. 1980. Effect of growing space on the yield and quality of onion cultivar Majski Srebrnjak for fresh consumption and bulbs. Godisen Zbornikna Zemjodelskiot Fakultet na Univerzitetot vo Skopje (Yugoslavia) 29: 125-133.

Sosa C., J. 1972. Estudio de fechas de siembra y cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) para deshidratado en el Valle de Mexicali, B. C. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx.