

COMPORTAMIENTO DE TRES GENOTIPOS DE GARBANZO DE DIFERENTE PESO DE GRANO, EN CUATRO NIVELES DE POBLACION DE PLANTAS¹

Performance of three chickpea genotypes differing in seed weight, at four plant population levels

Enrique Peñaloza H.² y Juan Levio C.²

SUMMARY

In a two-year experiment, three semicompact chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes differing in average seed weight (30, 42, and 55 g/100 seeds) were evaluated at four plant populations (10, 17, 34, and 65 plants/m²). The study was conducted at Carahue (38°40'S, 73°9'W), a highly productive environment for chickpea growth in the IX Region, Chile. Irrespective of the year, plant population increased seed yield the optimum being 54, 57, and 64 plants/m², for the large, medium, and small seed size genotypes. Yield increases was associated with an increase in pods/m². A year x genotype interaction was observed for seed yield, attributed largely to the presence of unproductive (empty) pods which incidence was unaffected by plant population. Averaged of both years, seed weight was 10 and 7.4% reduced with increasing plant population from 10 to 65 plants/m², for the large and medium seed size genotypes respectively, with the small one being not affected. Only genotype differences and year effect were observed for seed per pod component. Plant competition reduced the reproductive period, accelerated plant dryness, and increased the height of the first pod-bearing node in all genotypes. Likewise, competition reduced branching and stem diameter, thus increasing the plant susceptibility to lodging, compared to less competitive populations.

Key words: seed yield, yield components, empty pods, plant competition.

INTRODUCCION

Los estudios de población realizados en garbanzo, permiten asociar los efectos sobre el rendimiento con las características del cultivar y, principalmente, del ambiente. En condiciones que favorecen un adecuado crecimiento vegetativo, muchos de los genotipos muestran pequeñas variaciones en el rendimiento dentro de un amplio rango de poblaciones (Saxena, 1980; Siddique, Sedgley y Marshall, 1984). Los efectos sobre el rendimiento pueden ser evidentes, en tanto, en ambientes con períodos cortos de crecimiento, y adecuada disponibilidad de humedad en el suelo (Roy y Sharma, 1986; Saxena, 1987; McNeil, 1988), factores que permiten la expresión de altas densidades.

Para un ambiente determinado, las diferencias genotípicas, en respuesta a la población, se han encontrado asociadas con variaciones en la plasticidad de los cultivares (Saxena y Sheldrake, 1978; Saxena, 1979), en el hábito de ramificación (Saxena, 1980), o en la posición de vainas en el sistema de ramificación (Calcagno y otros, 1988). En general, genotipos compactos tienden

a responder mejor al aumento de la población que aquellos de ramificación abierta (Saxena, 1987; Calcagno y otros, 1988), debido a la supresión natural de ramas de orden tardío, caracterizadas por bajo índice de cosecha (Siddique y Sedgley, 1985).

Desde el punto de vista práctico, variaciones del rendimiento en respuesta a la población adquieren particular importancia cuando se trata de genotipos de diferente tamaño de grano, debido a su relación directa con la dosis de semilla. La existencia de un amplio rango de variabilidad genotípica para peso del grano en garbanzo (Singh, Malhotra y Witcombe, 1983), indica la conveniencia de cuantificar este aspecto frente a cambios en la densidad, con el propósito de ajustar la población de plantas y, consecuentemente, la dosis de semilla, de acuerdo con el peso característico de los genotipos. Investigaciones en este sentido se han realizado en ambientes altamente productivos de la IX Región, sin limitaciones aparentes de humedad del suelo, donde el garbanzo se visualiza como una alternativa interesante de cultivo. En el presente trabajo se informa los resultados obtenidos de estas investigaciones durante dos temporadas, en las que se evaluó el comportamiento de tres genotipos de diferente tamaño de grano, sometidos a un amplio rango de competencia de plantas.

¹Recepción de originales: 14 de noviembre de 1990.

²Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en un suelo de vega de la localidad de Carahue (38°40 lat. S, 73°9 long. O), seco costero de la IX Región, durante las temporadas 1984/85 y 1985/86. La temperatura media máxima y mínima, y la distribución de la precipitación que caracterizó a ambos períodos, se presentan en la Figura 1.

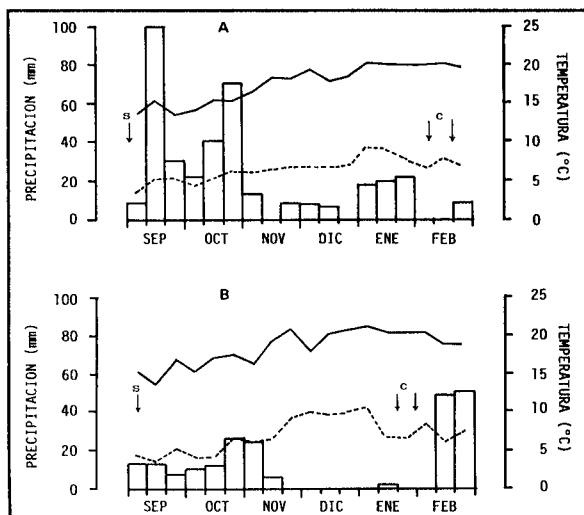


FIGURA 1. Precipitación (barras) y temperatura media máxima (—) y mínima (----) durante 1984/85 (A) y 1985/86 (B). Las flechas indican la fecha de siembra (s) y el período de cosecha (c).

FIGURE 1. Rainfall (bars) and maximum (—) and minimum (----) mean temperature during 1984/85 (A) and 1985/86 (B). Arrows indicate planting date (s) and harvest period (c).

Los genotipos evaluados correspondieron a materiales nacionales de alto potencial de rendimiento, obtenidos del germoplasma de garbanzo de la Estación Experimental Carillanca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Se seleccionaron las líneas CC-0978, CC-0693, y CC-0075, con peso promedio de granos de 55, 42, y 30 g/100 semillas (14% de humedad), respectivamente. Estas se caracterizan por un hábito de ramificación semicompacto, y están incluidos dentro del grupo de semiprecoces para las condiciones de la IX Región.

Se utilizaron densidades de 10, 20, 40, y 80 semillas/m² para cada genotipo, obteniéndose finalmente por raleo y/o trasplante, poblaciones efectivas de 10, 17, 34, y 65 plantas/m² a la cosecha. En el mismo orden, estas poblaciones equivalen a 55, 94, 187 y 358; 42, 71, 143 y 273; y 30, 51, 102 y 195 kg/ha de semilla, para los genotipos de grano grande, mediano, y pequeño, respectivamente. Se utilizó un diseño de parcelas divididas, con cuatro repeticiones, correspondiéndole a los genotipos la parcela principal, y a la

densidad de plantas la subparcela. Cada subparcela estuvo representada por 5 hileras de 4 m de largo, separadas a 40 cm. La siembra se realizó durante la primera semana de septiembre en cada año, fertilizándose con 35 kg de P y 25 kg de K/ha, localizados en el surco.

Previo a la cosecha, de cada subparcela se tomó una muestra de plantas contenidas en 1 m², en las cuales se evaluaron los componentes del rendimiento. La distribución de vainas improductivas se analizó sobre una submuestra de 10 plantas/repeticiones, dividiéndose la zona reproductiva de la planta en tres secciones de igual longitud (inferior, central y superior), en las que se cuantificó su incidencia relativa.

La cosecha se efectuó entre el 8 y el 20 de febrero durante 1984/85, y entre el 20 y 30 de enero en la temporada siguiente. Esta se hizo en forma escalonada, debido a la mayor precocidad observada en altas poblaciones. El rendimiento (14% de humedad) se obtuvo sobre una superficie de 3,6 m² en ambas temporadas, determinándose calibre de grano sólo en 1985/86. Esto último se realizó sobre una muestra de 250 g/repeticiones, mantenida en vibración constante durante 3 min, por medio de un determinador de mallaje accionado por un motor eléctrico.

Con el propósito de evaluar caracteres morfológicos de importancia agronómica atribuibles a la competencia, se realizaron mediciones de altura de plantas a cosecha, altura de inserción de la primera vaina, diámetro del tallo principal y ramificación, sobre el total de plantas contenidas en la muestra.

Los resultados se sometieron a análisis de variancia combinado de años, en orden a determinar la importancia del ambiente (temporada), y de sus interacciones con el genotipo y la densidad, en la expresión de los parámetros evaluados. Se utilizó análisis de regresión para establecer el efecto de la población de plantas, sobre las variables de respuesta.

RESULTADOS

Ambas temporadas se caracterizaron por temperaturas medias similares, y precipitación bastante contrastante en cantidad y distribución. Esto último fue determinante en la madurez de cosecha del cultivo, que ocurrió entre 18 a 30 días después, en 1984/85, comparado con la temporada de menor pluviometría. Altas poblaciones alcanzaron tempranamente la madurez y secado uniforme de las plantas, reduciendo su período reproductivo en 12 y 10 días, dependiendo de la temporada, en relación a poblaciones menos competitivas (Figura 1).

Rendimiento

No se detectó interacción densidad x año para la variable rendimiento, observándose una respuesta a la densidad de plantas consistente en ambas temporadas, y similar en tendencia al comparar genotipos. En promedio de años, el aumento en la población de plantas se tradujo en aumentos del rendimiento, particularmente evidentes en la línea de grano pequeño, lo que provocó una interacción genotipo x densidad altamente significativa ($P < 0,01$; Figura 2). El óptimo

incrementó en la temporada 1985/86 en 30 y 20%, respectivamente, la diferencia en la línea de grano pequeño no fue significativa (Cuadro 1).

CUADRO 1. Rendimiento promedio (kg/ha) de tres genotipos de garbanzo de diferente peso de grano, en las temporadas 1984/85 y 1985/86¹

TABLE 1. Average seed yield (kg/ha) of three chickpea genotypes differing in seed weight, in 1984/85 and 1985/86 seasons¹

Genotipos	Peso 100 granos ² (g)	Temporadas	
		1984/85	1985/86
CC-0978	55	2.401	3.127
CC-0693	42	2.476	2.968
CC-0075	30	3.172	3.246

¹D.M.S. ($P \leq 0,05$) para la interacción genotipo x temporada = 327.
²Peso promedio, 14% de humedad.

Componentes del rendimiento

El número de vainas/planta fue el componente que mostró el mayor ajuste a la población. Su expresión se redujo sostenidamente hasta un nivel medio de las poblaciones evaluadas, observándose interacción genotipo x densidad ($P \leq 0,01$), como consecuencia de la mayor producción de vainas/planta de la línea CC-0075, en bajos niveles de competencia (Figura 3). Expresado por unidad de superficie, este componente se incrementó en respuesta a la población, particularmente en las líneas de grano pequeño y mediano, lo que se tradujo en una interacción genotipo x densidad altamente significativa ($P \leq 0,01$; Figura 4).

Expresado como porcentaje del total de vainas, la incidencia de vainas improductivas (aborto de grano) no fue alterada por la densidad de plantas, y sólo el efecto del genotipo, y la interacción año x genotipo, fueron significativas ($P \leq 0,01$, en ambos casos). La naturaleza de esta interacción se atribuyó a la mayor incidencia de vainas improductivas en los genotipos de grano grande y mediano durante 1984/85, comparado con la temporada siguiente (Cuadro 2). En general, la mayor concentración de vainas improductivas ocurrió en el tercio superior de la zona reproductiva de la planta. Al comparar temporadas para una misma sección, sin embargo, la incidencia del aborto de grano fue de mayor magnitud en el sector inferior y central durante 1984/85, en tanto que esta diferencia fue menos evidente en la sección superior (Cuadro 3).

El efecto de la competencia sobre el peso del grano fue independiente del año, y estuvo asociado al peso promedio característico de cada genotipo. Mientras en la línea de grano pequeño este componente no fue alterado significativamente, el peso del grano se redujo

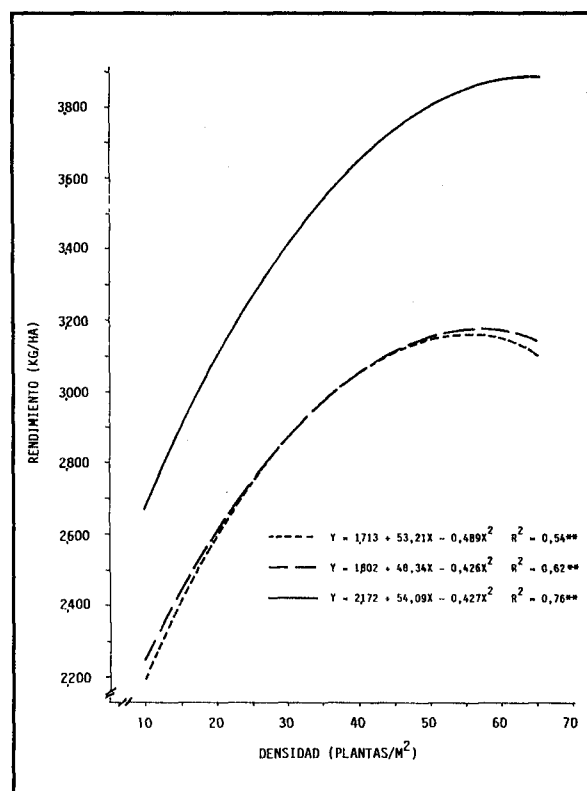


FIGURA 2. Relación entre densidad de plantas y rendimiento, en los genotipos de garbanzo CC-0978 (----), CC-0693 (— · —) y CC-0075 (—) ($n = 32$, para cada curva de ajuste).

FIGURE 2. Relationship between plant density and seed yield on CC-0978 (----), CC-0693 (— · —), and CC-0075 (—) chickpea genotypes ($n = 32$, for each fitted curve).

físico de población se estimó en 54, 57, y 64 plantas/m² a cosecha, en los genotipos de grano grande, mediano, y pequeño, respectivamente.

Las condiciones climáticas de la temporada afectaron de manera diferente en el rendimiento promedio de los genotipos, originando una interacción año x genotipo también significativa ($P \leq 0,05$). Mientras el rendimiento promedio de la línea de grano grande y mediano se

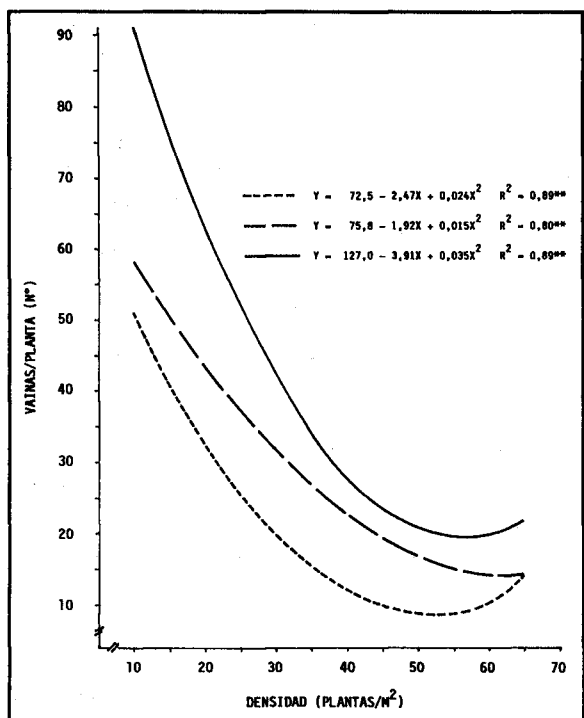


FIGURA 3. Relación entre densidad de plantas y el número de vainas/planta en los genotipos de garbanzo CC-0978 (-----), CC-0693 (— — —) y CC-0075 (— — —) (n = 32, para cada curva de ajuste).

FIGURE 3. Relationship between plant density and the number of pods/plant on CC-0978 (-----), CC-0693 (— — —), and CC-0075 (— — —) chickpea genotypes (n = 32, for each fitted curve).

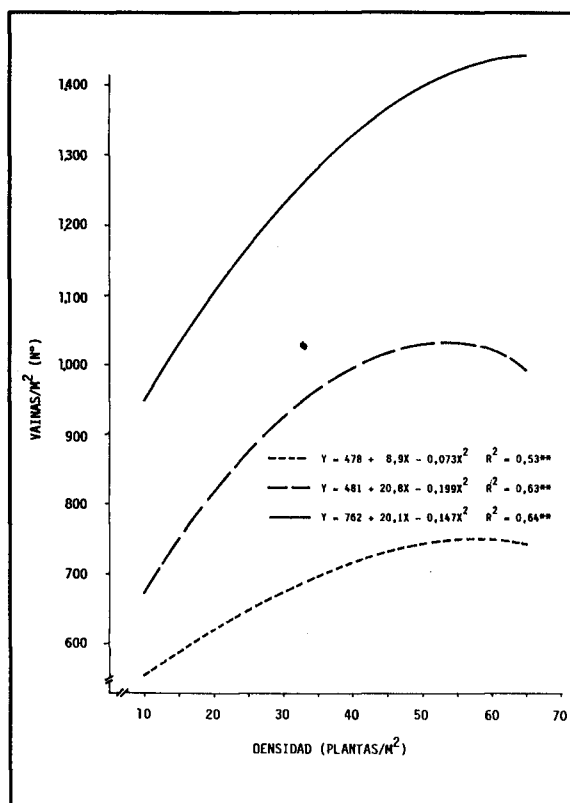


FIGURA 4. Relación entre densidad de plantas y el número de vainas/m² en los genotipos de garbanzo CC-0978 (-----), CC-0693 (— — —) y CC-0075 (— — —) (n = 32, para cada curva de ajuste).

FIGURE 4. Relationship between plant density and the number of pods/m² on CC-0978 (-----), CC-0693 (— — —), and CC-0075 (— — —) chickpea genotypes (n = 32, for each fitted curve).

CUADRO 2. Incidencia promedio de vainas improductivas en tres genotipos de garbanzo, durante las temporadas 1984/85 y 1985/86. Los valores representan porcentajes del total de vainas¹

TABLE 2. Average incidence of improductive (empty) pods on three chickpea genotypes during 1984/85 and 1985/86 seasons. Values are percentage of total pods¹

Genotipos	Temporadas	
	1984/85	1985/86
CC-0978	24,7	11,3
CC-0693	24,2	11,3
CC-0075	12,7	9,0

¹D.M.S. (P ≤ 0,01) para la interacción genotipo x temporada = 3,9.

7,4 y 10,0% en las líneas de grano mediano y grande, respectivamente, al comparar extremos de población (Cuadro 4). Del mismo modo, la densidad de plantas afectó la proporción de diámetro de grano (calibre) cosechado en cada tratamiento, al analizar lo ocurrido durante la temporada 1985/86 (Figura 5). De acuerdo con la tendencia observada, los incrementos en rendimiento, al aumentar la población, se generaron

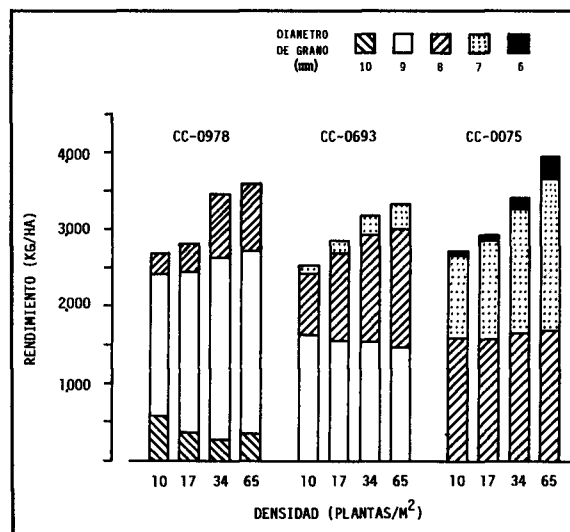


FIGURA 5. Efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento de acuerdo al diámetro del grano cosechado, en tres genotipos de garbanzo temporada 1985/86.

FIGURE 5. Effect of plant density on seed yield according to the seed diameter harvested, on three chickpea genotypes (1985/86 season).

CUADRO 3. Distribución de vainas improductivas en la sección inferior, central, y superior de la zona reproductiva de la planta, en tres genotipos de garbanzo. Los valores representan porcentajes del total de vainas

TABLE 3. Improductive (empty) pods distribution at the lower, middle, and upper sections of the reproductive zone of the plant, on three chickpea genotypes. Values are percentage of total pods

Genotipos	Temporada 1984/85 ¹			Temporada 1985/86 ²		
	Inferior	Central	Superior	Inferior	Central	Superior
CC-0978	22,0	25,5	22,3	6,8	12,8	17,4
CC-0693	17,4	18,7	24,2	8,7	11,6	19,4
CC-0075	10,5	11,3	13,5	4,4	8,0	14,1
Promedio	16,5	18,5	20,0	6,6	10,8	17,0

¹D.M.S. ($P \leq 0,05$) para comparar promedios = 1,6; secciones en un mismo genotipo = 2,7; genotipos en una misma sección = 3,1.

²D.M.S. ($P \leq 0,05$) para comparar promedios = 1,8. La Interacción no fue significativa.

CUADRO 4. Efecto promedio de la densidad de plantas sobre el peso de 100 granos (g), en tres genotipos de garbanzo. Los valores se presentan en base a peso seco

TABLE 4. Average effect of plant density on 100 seed-weight (g) of three chickpea genotypes. Values are on dry weight basis

Genotipos	Densidad (plantas/m ²)				Comparaciones ortogonales	
	10	17	34	65	Lineal	Cuadrática
CC-0978	52,0	49,8	48,7	46,9	**	*
CC-0693	38,1	35,8	36,0	35,3	**	*
CC-0075	28,0	27,8	27,3	26,7	NS	NS

**Significativo a $P \leq 0,01$; *Significativo a $P \leq 0,05$; NS: No significativo.

principalmente por la producción de granos de menor calibre, en los tres genotipos evaluados.

No se detectó efecto de la densidad, ni de sus interacciones, sobre el componente granos/vaina, y sólo fueron significativos el efecto del año ($P \leq 0,01$) y las diferencias genotípicas ($P \leq 0,05$). En promedio de años, 1,072; 1,100 y 1,097 granos/vaina caracterizaron a las líneas CC-0978, CC-0693, y CC-0075, respectivamente. En promedio de genotipos, este componente tuvo su mayor expresión durante 1984/85, y correspondió a 1,129, comparado con 1,050 granos/vaina en la temporada siguiente.

De acuerdo con las variaciones observadas en sus componentes primarios, el mayor rendimiento de la línea de grano mediano en la temporada 1985/86 se explicó por un 6,9% de incremento en el número de granos/superficie y un 12,9% en el peso promedio del grano; en la línea de grano grande, en tanto, el mayor

rendimiento se atribuyó a un 28,1% de incremento en el número de granos/superficie (Cuadro 5).

Caracteres morfológicos

Los genotipos difirieron significativamente en las variables morfológicas de importancia agronómica analizadas, observándose una estrecha asociación entre éstas y el tamaño del grano característico de cada genotipo. En promedio, la línea de grano pequeño se caracterizó por plantas de menor altura, baja inserción de vainas, reducido diámetro del tallo principal, y mayor ramificación, al compararla con la línea de grano grande (Cuadro 6).

Independiente del año y del genotipo, la competencia intra-específica alteró significativamente la morfología de las plantas, particularmente altura de inserción de vainas ($P \leq 0,01$) y diámetro del tallo ($P \leq 0,01$;

CUADRO 5. Expresión promedio de los componentes del rendimiento, y su incidencia relativa sobre el rendimiento promedio de tres genotipos de garbanzo, durante las temporadas 1984/85 y 1985/86

TABLE 5. Average effect of yield components and their relative incidence on average seed yield of three chickpea genotypes, during 1984/85 and 1985/86 seasons

	CC-0978			CC-0693			CC-0075		
	84/85	85/86	% ¹	84/85	85/86	% ¹	84/85	85/86	% ¹
Vaina total/m ²	617	705	14,3	858	842	N.S.	1.159	1.212	N.S.
Vaina granada/m ²	458	625	36,5	650	747	14,9	1.000	1.103	10,3
Granos/vaina	1,11	1,04	-6,2	1,14	1,06	-6,9	1,14	1,05	-7,9
Granos/m ²	506	648	28,1	741	792	6,9	1.421	1.160	N.S.
Peso grano (mg)	498	484	N.S.	341	385	12,9	265	284	7,2
Rendto. (kg/ha)	2.401	3.127	30,2	2.476	2.968	19,9	3.172	3.246	N.S.

¹Variación en relación a la temporada 1984/85. N.S.: Diferencia no significativa entre temporadas.

CUADRO 6. Efecto promedio de genotipos y temporadas, sobre la altura de plantas, altura de inserción de vainas, diámetro del tallo, y ramas por planta

TABLE 6. Average effect of genotypes and seasons for plant height, first pod-bearing node, stem diameter, and branches per plant

	Altura plantas (cm)	Altura vainas (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Ramas por planta (Nº)
Genotipos ¹				
CC-0978	58,3 a	34,0 a	5,86 a	8,9 b
CC-0693	49,9 b	26,0 b	5,67 a	11,1 a
CC-0075	47,2 c	23,6 b	4,97 b	12,0 a
Temporadas ¹				
1984/85	56,2 a	27,5 a	5,73 a	10,8 a
1985/86	47,4 b	28,3 a	5,27 b	10,6 a

¹Valores unidos por igual letra no difieren significativamente (Duncan, $P \leq 0,05$), al comparar columnas para un mismo caracter.

Figura 6), no observándose diferencias significativas en la altura de plantas a cosecha. Interacción genotipo x densidad se detectó en el número de ramas/planta ($P \leq 0,01$), atribuido al comportamiento de la línea de grano grande (Figura 7). De acuerdo con estas tendencias, bajas poblaciones se caracterizaron por plantas de reducida altura de inserción de vainas, y con un máximo diámetro del tallo y ramificación. El aumento en la competencia provocó un incremento en la altura de inserción de vainas, y redujo fuertemente el número de ramas/planta y el diámetro del tallo. Esto se tradujo en plantas susceptibles a la tendadura, fenómeno que se observó consistentemente en ambas temporadas, particularmente en la más alta densidad evaluada, y cuya incidencia afectó al 70 y 80% de la población.

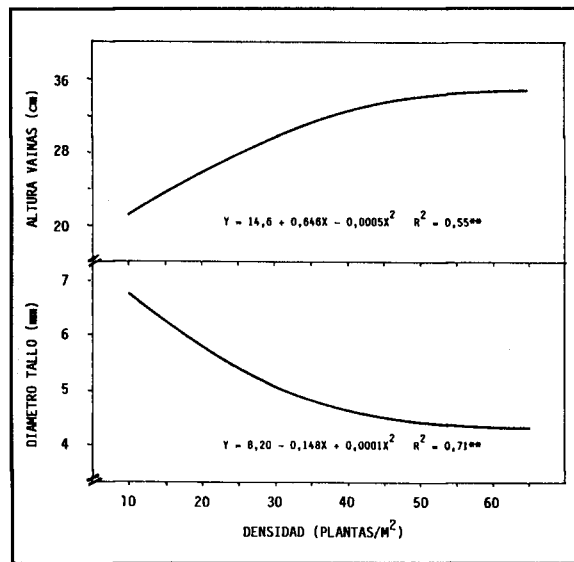


FIGURA 6. Relación entre la densidad de plantas y el efecto promedio de genotipos en la altura de inserción de vainas, y en el diámetro del tallo (n = 64, para cada curva de ajuste).

FIGURE 6. Relationship between plant density and the average effect of the genotype on the first pod-bearing node, and stem diameter (n = 64, for each fitted curve).

DISCUSION

El adecuado comportamiento del garbanzo parece ser una característica relativamente constante del ambiente en que se realizó este estudio, considerando las contrastantes condiciones de precipitación que caracterizaron a ambas temporadas. Los resultados obtenidos permiten confirmar antecedentes previos en relación a la potencialidad de este ambiente, para la producción de garbanzo en la IX Región (Peñaloza, 1984; Peñaloza, Peyrelongue y Guerrero, 1988). Temperatura me-

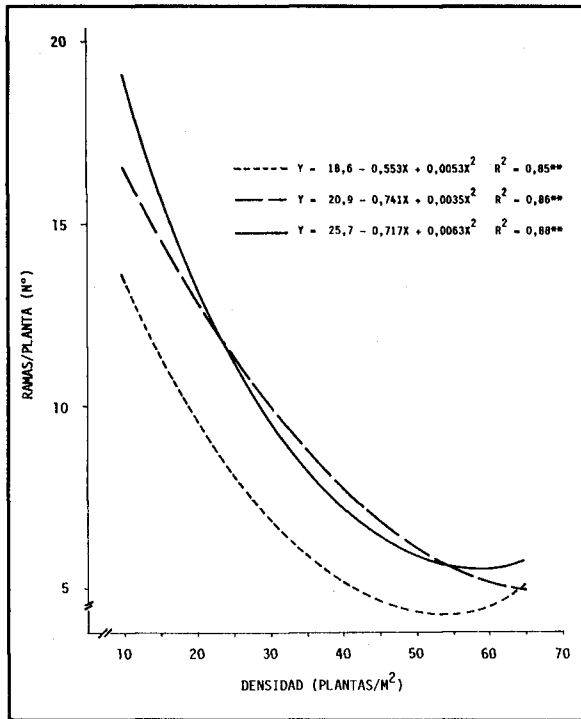


FIGURA 7. Relación entre la densidad de plantas y el número de ramas/planta, en los genotipos de garbanzo CC-0978 (-----), CC-0693 (— · —) y CC-0075 (——) ($n = 32$, para cada curva de ajuste).

FIGURE 7. Relationship between plant density and the number of branches/plant on CC-0978 (-----), CC-0693 (— · —), and CC-0075 (——) chickpea genotypes ($n = 64$, for each fitted curve).

dia moderada, en el rango de requerimientos óptimos para garbanzo (Sandhu y Hodges, 1971) y, más que la cantidad de agua precipitada, la capacidad de almacenamiento de humedad que caracteriza al perfil de los suelos de vega, probablemente desempeñan un rol fundamental en este sentido.

De acuerdo con la expresión de sus componentes, el menor rendimiento observado en dos de los tres genotipos durante 1984/85, se asoció con la reducción en el peso del grano (CC-0693) y/o con la significativa incidencia de vainas improductivas (CC-0693, CC-0978), aspectos vinculados con déficit de humedad del suelo en garbanzo (Keatinge y Cooper, 1983). La adecuada distribución de precipitaciones durante esta temporada, sin embargo, sugiere la incidencia de alguna condición climática restrictiva independiente de la disponibilidad de humedad, y que afectó la formación y/o llenado del grano, particularmente en el sector inferior y central de la planta, en consideración a la magnitud de vainas improductivas que los caracterizó. Condiciones de baja luminosidad durante la fase reproductiva, característica de temporadas con alta precipitación, se han encontrado asociadas con baja productividad (Sandhu y Hodges, 1971) y con procesos abortivos en

garbanzo (Aziz, Khan y Shah, 1959), pudiendo sugerirse como una responsable importante de la interacción año x genotipo observada para rendimiento en este ambiente.

Puesto que las plantas maximizan su plasticidad en condiciones favorables de crecimiento (Saxena, 1987), la reducida capacidad de compensación del rendimiento que se observó en bajas poblaciones, podría estar asociada al corto período de crecimiento del cultivo, más que a limitaciones impuestas por el ambiente. Esto se fundamenta en lo expuesto por Saxena (1979), quien sostiene que la plasticidad en garbanzo puede ser de menor magnitud en ambientes que predisponen a un reducido período de crecimiento, como sucede en siembras de primavera.

Si bien la respuesta a la densidad fue consistente entre genotipos, el máximo rendimiento físico se logró con diferentes densidades de plantas, con una tendencia hacia mayores poblaciones a medida que se reduce el tamaño promedio del grano. Este rango de población (54 a 64 plantas/m²) está de acuerdo con experiencias extranjeras realizadas en condiciones de riego (Saxena, 1980; Roy y Sharma, 1986), y confirman lo señalado por Saxena (1987), quien condiciona los efectos positivos de la densidad de plantas, en siembras de primavera, a una adecuada disponibilidad de humedad del suelo. De acuerdo con estos resultados, las proyecciones de densidad óptima a dosis de semilla para el cultivo del garbanzo en este ambiente son significativamente superiores a las recomendadas para las zonas centro-norte (INIA, 1986), y centro-sur (Paredes y otros, 1989) del país, cuyas condiciones pluviométricas difieren marcadamente de las que caracterizan al área agroclimática en que se realizó este estudio.

Los aumentos en rendimiento, al aumentar la población, se tradujeron en reducción del tamaño (calibre) y peso del grano, particularmente evidente en los genotipos de grano mediano y grande. Estos resultados adquieren especial relevancia si se considera que el tamaño del grano en garbanzo, expresado como peso o calibre, constituye el principal parámetro de calidad actualmente utilizado en las transacciones comerciales en el país y que, precisamente, el genotipo comercialmente más aceptable (CC-0978), mostró la reducción de mayor magnitud. La función de rendimiento en garbanzo debiera ponderar, por lo tanto, la magnitud de las variaciones de este componente, en el concepto de densidad óptima económica.

El ajuste morfológico más evidente de la planta al aumento en la densidad estuvo dado principalmente por la reducción en el número de ramas, lo que se tradujo en reducción significativa del componente vainas/planta. La menor expresión de este último

componente, sin embargo, fue suficiente para permitir una mayor producción de vainas/superficie en altas poblaciones, atribuible a la eliminación natural de ramas laterales, caracterizadas por bajos índices de cosecha (Siddique y Sedgley, 1985). Aun cuando plantas con estas características se han sugerido como ideotipo para altas poblaciones en garbanzo (Siddique y otros, 1984), resultan morfológicamente indeseables para el ambiente en que se realizó este estudio, debido a su extrema susceptibilidad a la tendadura.

Desde el punto de vista práctico, y de acuerdo con el comportamiento de las líneas evaluadas, el óptimo

económico de población de plantas para el cultivo del garbanzo en este ambiente, debe considerar no sólo rendimientos, sino también los efectos de altas poblaciones sobre caracteres morfológicos deseables (aumento en la altura de inserción de vainas) e indeseables (susceptibilidad a la tendadura), sobre el peso y/o calibre de grano, y sobre la duración del período reproductivo. Esto último adquiere particular importancia en el secano costero de la IX Región, y en general, en cultivos de garbanzo en el sur del país, en donde la madurez y secado desuniforme de plantas mantenidas en bajas poblaciones, normalmente constituye un problema de magnitud.

RESUMEN

Durante dos temporadas se evaluaron tres genotipos de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) de diferente peso promedio de grano (30, 42 y 55 g/100 granos), en cuatro poblaciones de planta (10, 17, 34 y 65 plantas/m²). El estudio se realizó en Carahue (38°40'lat.S, 73°9'long.O), un ambiente altamente productivo para el cultivo del garbanzo en la IX Región, Chile. Independiente del año, los aumentos en la población provocaron aumentos del rendimiento en los tres genotipos, estimándose poblaciones óptimas de 54, 57 y 64 plantas/m², para las líneas de grano grande, mediana, y pequeño. Este aumento del rendimiento se asoció con una mayor producción de vainas/m². Interacción año x genotipo se observó para rendimiento, atribuido, principalmente, a la presencia de vainas improductivas (vanas), cuya incidencia no fue alterada por la

población. En promedio de años, el peso del grano no se afectó significativamente en el genotipo de grano pequeño, reduciéndose 10 y 7,4% en los genotipos de grano grande y mediano, respectivamente, al aumentar la población desde 10 a 65 plantas/m². Sólo diferencias genotípicas, y el efecto de la temporada, fueron significativas para el componente granos/vaina. La competencia de plantas redujo el período reproductivo, aceleró el secado de plantas, e incrementó la altura de inserción de vainas en los tres genotipos. Del mismo modo, la competencia redujo el número de ramas/planta y el diámetro del tallo, incrementándose la susceptibilidad de plantas a la tendadura, comparado con poblaciones menos competitivas.

Palabras claves: rendimiento, componentes del rendimiento, vainas vanas, competencia de plantas.

LITERATURA CITADA

- AZIZ, A.M., KHAN, A.M. and SHAH, S. 1959. Causes of low setting of seeds in gram (*C. arietinum*). Agriculture Pakistan Vol XI(1): 37-48.
- CALCAGNO, F., GALLO, C., VERONA, G., IAIANI, M. and RAIMONDO, I. 1988. Effect of plant density on seed yield and its components for ten chickpea genotypes grown in Sicily, Italy. International Chickpea Newsletter 18: 29-31.
- INIA. 1986. Manual de producción de garbanzo, secano centro norte. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile), Est. Exp. La Platina (Santiago), Boletín Divulgativo Nº 102. 55 p.
- KEATINGE, J.D.H. and COOPER, P.J.M. 1983. Kabuli chickpea as a winter-sown crop in northern Syria: moisture relations and crop productivity. Journal of Agricultural Science, Camb. 100: 667-680.
- MCNEIL, D.L. 1988. Optimum economic population for Macarena chickpeas in northern Australia. International Chickpea Newsletter 18: 34-35.
- PAREDES C., MARIO, FRANCE I., ANDRES, TAY U., JUAN, VALENZUELA S., ALFONSO y VENEGAS R., FILOMENA. 1989. Siembras invernales de garbanzos en la VII y VIII regiones. Investigación y Progreso Agropecuario Quilmapu 40: 6-8.

- PEÑALOZA H., ENRIQUE. 1984. A chickpea grain yield record under rainfed conditions in Chile. *International Chickpea Newsletter* 11: 24-25.
- PEÑALOZA H., ENRIQUE, PEYRELONGUE C., AMELIA y GUERRERO C., JAIME. 1988. Secano costero: zona con potencial para la producción de garbanzo. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca* 7(2): 14-16.
- ROY, R.K. and SHARMA, R.P. 1986. Performance of chickpea genotypes at varying plant population and fertility levels under late-sown conditions. *International Chickpea Newsletter* 14: 19-20.
- SAXENA, M.C. 1980. Recent advances in chickpea agronomy. In: *Proceedings of the International Workshop on Chickpea Improvement*. ICRISAT. Hyderabad, India. p.: 89-96.
- SAXENA, M.C. 1987. Agronomy of Chickpea. In: Saxena, M.C. and Singh, K.B. (ed.), *The chickpea*. CAB International, Wallington, UK. p.: 207-232.
- SAXENA, N.P. 1979. Response to plant population density. *International Chickpea Newsletter* 1: 6.
- SAXENA, N.P. and SHELDRAKE, A.R. 1978. Chickpea physiology. In: *Pulses Physiology Progress Report 1976-77*. ICRISAT. Hyderabad, India. 179 p.
- SANDHU, S.S. and HODGES, H.F. 1971. Effects of photoperiod, light intensity, and temperature on vegetative growth, flowering, and seed production in *Cicer arietinum* L. *Agronomy Journal* 63: 913-914.
- SIDDIQUE, K.H.M., SEDGLEY, R.H. and MARSHALL, C. 1984. Effect of plant density on growth and harvest index of branches in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crop Research* 9: 193-203.
- SIDDIQUE, K.H.M. and SEDGLEY, R.H. 1985. The effect of reduced branching on yield and water use of chickpea (*Cicer arietinum*) in a mediterranean type environment. *Field Crop Research* 12: 251-269.
- SINGH, K.B., MALHOTRA, R.S. and WITCOMBE, J.R. 1983. *Kabuli chickpea germplasm catalog*. ICARDA. Aleppo, Syria. 284 p.