



Respuesta en rendimiento por acercar las hileras y su relación con la radiación interceptada y el déficit hídrico, en varios híbridos de girasol

Pablo Calviño^{1,2}, Víctor Sadras³, Miguel Redolatti² y Matías Canepa²
¹ CREA Tandil; ² Univ. Mar del Plata – INTA Balcarce, ³ CSIRO-APSRU, Australia.

Objetivo

El objetivo de nuestro trabajo fue investigar la interacción entre la distancia entre hileras, el agua disponible y el tipo de cultivar sobre el rendimiento en grano de girasol y sus componentes. El análisis se basa en el trabajo de Andrade et al. (2002), que explica gran parte de las respuestas en función de la captura de radiación.

Materiales y Métodos

La respuesta a reducir hileras de 0.7 a 0.52 m fue investigada en cinco experimentos resumidos en la Tabla 1. Los experimentos 1, 2 y 5 fueron conducidos en Tandil y los experimentos 3 y 4 en Balcarce, durante dos años. Se incluyó en todos los casos el cultivar Zenit (de ciclo corto y de planta chica). Los otros híbridos utilizados fueron de planta más grande y de mayor largo de ciclo (Paraiso 20, Surcoflor y CF 11). Los tratamientos involucraron el arreglo factorial de dos o cuatro híbridos y dos distancias entre hileras. El tamaño de las parcelas experimentales fue de 28 a 42 m² y el número de repeticiones fue tres o cuatro.

Tabla 1: Profundidad de suelo, sistema de labranza, híbrido, densidad y fecha de siembra de los cinco experimentos en los que se comparan dos distancias entre hileras, 0.52 y 0.70 m.

Exp.	Tipo de suelo	Sistema de labranza	Híbrido	Densidad de plantas (m ²)	Fecha de siembra
1	Argjudoll típico ⁽¹⁾	Siembra directa	Paraiso 20 and Zenit	44	19 Octubre
2	Argjudoll típico ⁽¹⁾	Siembra directa	Paraiso 20 and Zenit	22	19 Octubre
3	Argjudoll típico ⁽¹⁾	Convencional	Paraiso 20, Surcoflor, CF 11 and Zenit	50	5 Noviembre
4	Argjudoll típico ⁽¹⁾	Convencional	Paraiso 20, Surcoflor, CF 11 and Zenit	50	17 Diciembre
5	Palleudoll petrocalcáreo ⁽²⁾	Siembra directa	Paraiso 20 and Zenit	44	17 Octubre

Profundidad de suelo: ⁽¹⁾ ≥ 1.6 m y ⁽²⁾ = 0.5 m.

La combinación de precipitaciones, sitios, profundidad de suelo, fechas de siembra y cultivares generaron un amplio rango de condiciones de crecimiento. A su vez, incluimos como referencia los datos de cultivos con buena disponibilidad hídrica de Andrade et al. (2002). Calculamos el déficit de agua de cultivos a 0.7 m entre hileras utilizando el método descrito en Sadras y Calviño (2001). Se utilizaron los datos climáticos correspondientes a los de la estación meteorológica más cercana, excepto las precipitaciones que corresponden a cada sitio. En floración se midió la radiación fotosintéticamente activa (PAR).

El rendimiento y sus componentes se midieron en muestras de 7.15 m de los dos surcos centrales. La respuesta a rendimiento e interceptación de radiación se analizó usando ANOVA. El aumento de interceptación de radiación se expresó como [(RI en hileras angostas - RI en hileras separadas) / RI en hileras separadas] x100. La variación porcentual del rendimiento en respuesta a una reducción en la distancia entre hileras fue calculada como [(rendimiento en hileras angostas - rendimiento en hileras separadas) / rendimiento en hileras separadas] x100. Se usaron regresiones lineales para explorar la asociación entre las variables (rendimiento, número de grano) e interceptación de radiación.

Resultados

Los experimentos 1 y 2 tuvieron escaso déficit hídrico en su ciclo. El experimento 3 tuvo déficit de agua severo alrededor del antesis. En el experimento 4 hubo déficit hídrico reducido en las tres etapas analizadas. En el experimento 5 (suelos someros), la deficiencia de agua fue muy severa en las tres etapas.

Los cultivos en hileras separadas interceptaron menos radiación que con hileras reducidas en todos los experimentos; las diferencias fueron significativas en 6 de 14 casos ($P < 0.05$). Zenit, el híbrido de ciclo corto, de forma consistente interceptó menos radiación que los híbridos de mayor ciclo ($P < 0.01$).

La respuesta en rendimiento por estrechar las hileras fue significativa para Zenit en 4 de los 5 experimentos, mientras que los híbridos de mayor ciclo sólo aumentaron el rendimiento en un experimento. La interacción híbrido X distancia fue significativa en un experimento ($P < 0.05$). El número de granos aumentó significativamente por acercar hileras en Zenit en 4 de 5 experimentos y a diferencia de lo que sucedió en rendimiento, aumentó en 5 de los 9 casos con híbridos de mayor ciclo y tamaño. El peso de los granos fue mayor en hileras separadas en los expts. 3, 4 y 5 ($P < 0.05$).

Tabla 2: Efecto de espacio entre hileras e híbrido sobre la interceptación de radiación en floración, el rendimiento en grano y el número de granos. En el exp. 3, los valores entre paréntesis indican la interceptación 10 días antes de antesis.

Exp.	Híbrido	Radiación interceptada (%)		Rendimiento en grano (g m ⁻²)		Número de granos (m ⁻²)	
		Hileras separadas	Hileras angostas	Hileras separadas	Hileras angostas	Hileras separadas	Hileras angostas
1	Paraiso 20	87.2	91.1	4643	4472	9479	10242
	Zenit	78.9	88.4	3988	4397	6363	8183
2	Paraiso 20	78.2	87.3	3104	3398	5992	6610
	Zenit	71.6	81.1	2856	3187	5550	6275
3	Paraiso 20	82.1 (86.4)	88.2	3100	3198	7053	8334
	Surcoflor	80.8 (85.9)	(86.9)	3452	2615	5931	5338
4	Paraiso 20	96.4	(92.2)	2463	2544	5470	5211
	Surcoflor	96.3	86.6	2088	2468	4529	4578
5	Paraiso 20	87.2	99.1	1710	2102	3638	4550
	Zenit	81.2	99.1	1881	2301	4030	5024

LSD ($P < 0.05$) para comparaciones entre híbridos/distancia entre hileras

La Figura 1 resume los mecanismos involucrados en la respuesta de los cultivos ante reducción en la distancia entre hileras, y resalta las interacciones entre el espacio entre hileras y déficit de agua. Para los cultivos con déficit de agua moderado o bajo, el rendimiento no respondió a estrechar las hileras en los casos que los cultivos tuvieron alta interceptación en hileras separadas. Y respondió cuando las condiciones llevaron a reducciones en la interceptación. En este sentido, el rendimiento aumentó 15% cuando la interceptación de radiación en los cultivos en hileras separadas fue aproximadamente 70% (Fig. 1A). Estas respuestas fueron similares a las presentadas por Andrade et al. (2002) para los cultivos sin deficiencias hídricas. Para los cultivos con déficit de agua más severo, la respuesta en rendimiento varió entre -25% cuando los cultivos en hileras separadas tenían máxima interceptación a +25% cuando la interceptación fue aproximadamente 65%. La variación en el rendimiento por cambios en una unidad de radiación interceptada fue de 1.3%/%. La tendencia de respuesta en número de granos fue similar a la de rendimiento, pero con un mismo ajuste para cultivos con y sin deficiencias hídricas (1C y D).

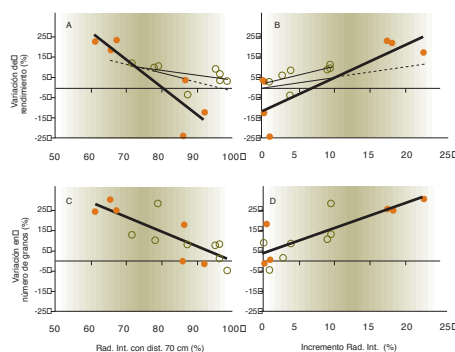


Figura 1. (A, B) Variación del rendimiento en grano y (C, D) variación en número de granos en función a (A, C) radiación interceptada en floración en hileras separadas y (B, D) incremento en radiación interceptada por acercar hileras. Los símbolos indican déficits hídricos en el periodo 60 d alrededor de floración menor a 30 mm^(○) o mayor (◐). Los ajustes de las líneas son: (A, ◐ fina) $Y = 27.1 - 0.24x$; $r^2 = 0.24$ y (◐ gruesa) $Y = 106.1 - 1.32x$; $r^2 = 0.77$. (B) (◐ fina) $Y = 2.14 + 0.83x$; $r^2 = 0.41$ y (◐ gruesa) $Y = -11.45 + 1.64x$; $r^2 = 0.74$. (C) Con todos los datos $Y = 73.5 - 0.74x$; $r^2 = 0.65$. (D) Con todos los datos: $Y = 3.09 + 1.26x$; $r^2 = 0.66$. La línea punteada corresponde a Andrade et al. (2002) para cultivos sin deficiencias hídricas y es utilizada para comparación.

Conclusiones

El rendimiento del cultivo se incrementó por acercar hileras en los casos que el cultivo en hileras separadas no logró alta interceptación de radiación. En cultivos con alta interceptación de radiación y con deficiencias hídricas se redujo el rendimiento. La variación en número de granos tuvo una misma tendencia que la variación de rendimiento. La variación fue similar con y sin déficit hídrico.

Bibliografía utilizada para los cálculos

- Andrade, F.H., P.A. Calviño, A. Cirilo and P. Barbieri. 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agron. J. 94: 975-980.
 Sadras V.O. y P. A. Calviño. 2001. Quantification of grain yield response to soil depth in Soybean, Maize, Sunflower and Wheat. Agron. J. 93: 577-583.