

## “COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES DE TRIGO EN CONDICIONES DE ENMALEZAMIENTO”

Trabajo final de graduación presentado para obtener el título de: Ingeniero Agrónomo.

**Autor:**

Schönheiter, Alexis Armando



**Director:**

Díaz-Zorita, Martín



**Co-Director:**

Yannicari, Marcos Ezequiel



**Evaluadores:**

Repollo, Rodolfo  
Riestra, Diego René

FACULTAD DE AGRONOMÍA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA  
Santa Rosa, La Pampa, Argentina

## **Índice:**

<b>Resumen</b> .....	3
<b>Palabras clave:</b> .....	3
<b>Abstract:</b> .....	3
<b>Key words:</b> .....	4
<b>Introducción:</b> .....	5
<b>Hipótesis</b> .....	9
<b>Objetivos generales:</b> .....	9
<b>Materiales y Métodos</b> .....	10
Unidades experimentales y evaluaciones en los cultivos .....	15
Caracterización agroclimática y productiva de las campañas productivas.....	16
Análisis de resultados experimentales.....	16
<b>Conclusiones:</b> .....	28
<b>Bibliografía</b> .....	29

**Resumen:**

En la Argentina, las malezas reducen los rendimientos y la rentabilidad del trigo (*Triticum aestivum* L.). Entre las diferentes estrategias para su manejo, conocer el comportamiento de materiales de trigo frente a las malezas contribuye a manejar el cultivo ante limitado uso de herbicidas. El objetivo fue describir el crecimiento de cultivares de trigo e identificar respuestas del cultivo en condiciones de enmalezamiento natural en la región semiárida central. El estudio se realizó sobre 172 unidades experimentales combinando campañas (2021 y 2022), sitios (Santa Rosa y Villa Mirasol, La Pampa), materiales (de ciclo corto y de ciclo largo) y manejo del cultivo (fertilización, planteos de control de malezas). El análisis se realizó con pruebas de comparación de medias y de regresión agrupando las observaciones según la biomasa total de malezas en madurez fisiológica de los cultivos. La presencia de malezas redujo los rendimientos 43 % en promedio, equivalentes a 1622 kg ha<sup>-1</sup> y hasta el 72 %. La reducción de rendimientos bajo enmalezamiento disminuyó al aumentar los rendimientos en granos y en rastrojos y el crecimiento en altura. Independientemente del material cultivado, mejoras en las condiciones de crecimiento del trigo mejoran su habilidad de producción en condiciones de enmalezamiento.

**Palabras clave:**

Agricultura de secano - Competencia de malezas - Rendimientos – Manejo sustentable

**Abstract:**

In Argentina, weeds reduce yields and profitability of wheat (*Triticum aestivum* L.). Among the different strategies for their management, knowing the behavior of wheat materials against weeds contributes to manage the crop in the face of limited herbicide use. The objective was to describe the growth of wheat cultivars and identify crop responses under natural weeding conditions in the central semiarid region. The study was conducted on 172 experimental units

combining seasons (2021 and 2022), sites (Santa Rosa and Villa Mirasol, La Pampa), materials (short-cycle and long-cycle) and crop management (fertilization, weed control approaches). The analysis was performed with mean comparison and regression tests grouping the observations according to total weed biomass at physiological maturity of the crops. The presence of weeds reduced yields 43 % on average, equivalent to 1622 kg ha<sup>-1</sup> and up to 72 %. Yield reduction under weeding decreased as grain and stubble yields and height growth increased. Regardless of the material grown, improvements in wheat growing conditions improve its ability to produce under weedy conditions.

**Key words:**

Dryland agriculture – weed competition – grain yield – sustainable management.

## **Introducción:**

En Argentina, el área cultivada con trigo (*Triticum aestivum* L.), con grandes variaciones interanuales, creció desde aproximadamente 3,7 millones hectáreas en 1970 hasta casi 7,0 millones de hectáreas en 1996. La producción total de granos, en correlación con la superficie cultivada, aumentó de 4,9 a 16,0 millones de toneladas. A partir de allí la superficie de trigo disminuyó en forma sostenida hasta el 2015 alcanzando aproximadamente 4,0 millones de hectáreas, pero con rendimientos crecientes a razón de 35,5 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> entre 1970 y 2016. Los incrementos en la producción de granos se asocian, entre otros factores, al proceso de intensificación agrícola con la generalizada incorporación de avances científicos y tecnológicos. Entre estas tecnologías se encuentran la inclusión de variedades modernas resultado del mejoramiento genético, la implementación de sistemas en siembra directa, mayores aportes de nutrientes por fertilización, aplicación de protección con fitosanitarios específicos y, en algunas regiones, el uso del riego complementario (Satorre y Slafer, 1999; Grau, 2005; Magrin *et al.*, 2009; Bedmar, 2015).

Las malezas, dada su competencia por radiación, agua y nutrientes, en la región semiárida, son la adversidad biótica de mayor importancia económica para la producción del trigo (Oerke, 2006). La competencia se define como la interacción entre individuos por la demanda común de un recurso limitado que conduce a la reducción de la performance de esos individuos (Vitta, 2004) y en consecuencia afectando directamente la productividad de la especie bajo cultivo. En trigo, el período crítico de competencia de malezas que reduce la producción es anterior al momento de definición del rendimiento y se concentra entre los estadios de Z14 y Z31 (Fernández, 2020). Al extenderse la presencia de malezas luego de los 50 o 60 días desde la siembra, tanto la cantidad de espigas m<sup>-2</sup> y de granos espiga<sup>-1</sup> como el peso individual de los granos se reducen (Chudhary *et al.*, 2008).

Estudios realizados en el sur de la región semiárida pampeana muestran que la mayor competencia es originada por la presencia de especies de gramíneas más que por las dicotiledóneas. La reducción en rendimientos asociada a la presencia de malezas es menor en el área central que, hacia el sur de la región, donde es más frecuente la presencia de *Avena fatua* “avena guacha” y de *Lolium perenne* “rye grass” (Fernández, 2020). Hacia el centro de la región semiárida las malezas predominantes son latifoliadas tales como, entre otras, *Polygonum aviculare* “sanguinaria”, *Chenopodium sp.* “quinoa”, *Polygonum convolvulus* “enredadera anual”, *Brassica sp.* “flor amarilla o nabos”, *Carduus nubans* “cardo pendiente”, *Bowlesia incana* “perejilillo”, *Lamium amplexicaule* “ortiga mansa”, *Centaurea solstitialis* “abrepuño amarillo” y *Conyza bonariensis* “rama negra” (Belmonte *et al.*, 2009).

En este contexto, los problemas de enmalezamiento pueden ser abordados desde dos enfoques. Uno es la reducción de la presencia de malezas con el uso de diferentes alternativas químicas y mecánicas. El segundo es a partir del manejo de malezas conociendo la ecología de las especies espontáneas, y aplicando estrategias de convivencia exitosa, para que el cultivo introducido interfiera de mejor manera con las malezas presentes en un agroecosistema (Ghersa *et al.*, 2000).

En las últimas décadas, la aplicación del control químico de las malezas ha crecido en forma exponencial. Este comportamiento se asocia a diversos factores, entre ellos, la aparición de nuevos grupos de herbicidas de alta eficiencia y cada vez más económicos (Vitta *et al.*, 1999). Consecuentemente, el desarrollo de estos nuevos ingredientes activos de herbicidas, mecanismos de acción y su versatilidad de uso aportaron una herramienta eficaz y operativa para el control de malezas (Gianessi y Reigner, 2007).

Los cambios tecnológicos, vinculados al uso de fitosanitarios, para el control de malezas, ha incidido de manera directa sobre la composición de las comunidades de malezas. Ya al inicio

de la década del '90, en relevamientos realizados en la zona sur pampeana, se observó un incremento en la presencia de malezas de difícil control con herbicidas hormonales con aumentos en la densidad de *Avena fatua* (Istilar, 1991). Recientemente, otras adaptaciones fueron registradas en la zona sur de la provincia de Buenos Aires, donde mediante el empleo constante, durante años, del mismo herbicida en el barbecho, se provocó la aparición de *Lolium perenne* resistente a glifosato (Yanniccari *et al.*, 2009). En este marco, es previsible que la presión de selección ejercida mediante el uso de herbicidas sea un factor condicionante de la resistencia y la tolerancia, con la consecuente caída en la eficiencia de control de malezas. En Argentina se registraron 31 biotipos resistentes a herbicidas de al menos cinco mecanismos de acción distintos, incluyendo ocho casos con resistencia múltiple (Heap, 2023).

Ante la evolución de malezas resistentes, para el desarrollo de sistemas productivos sustentables existen diversas alternativas de manejo a mediano plazo. Una de estas prácticas se encuentra en el empleo de cultivares de trigo con mayor habilidad competitiva frente a las malezas. Además, disponer de materiales con esta capacidad de interferencia, permite disponer de una tecnología adicional de control no químico de las malezas y aportar al manejo de esta problemática en planteos de agricultura periurbana y bajo prácticas de producción agroecológicas con restricciones en el uso de fitosanitarios (FLASCO, 2010).

Esta habilidad competitiva del cultivo respecto a las malezas puede lograrse por selección en programas de mejoramiento genético, ajustes en el manejo nutricional, en la densidad y en el arreglo espacial de la siembra que permitan desplazar el equilibrio competitivo a favor del cultivo (Anderson, 2011).

Conocer la competencia de diversos materiales de trigo frente a malezas es una herramienta para el manejo del cultivo en planteos de producción orgánica o con limitado uso de herbicidas, o para complementar la efectividad de éstos (López *et al.*, 2011). Del mismo modo, puede ser

usada como una alternativa para reducir el crecimiento de las malezas, incrementando la mortalidad de esta, disminuyendo las pérdidas en rendimiento del cultivo y reduciendo producción de semillas de las malezas (Cousens y Mokharti, 1998). El hábito de crecimiento, la arquitectura de las plantas y la tasa de formación de biomasa asociado al índice de área foliar son características que generan diferentes habilidades competitivas (López *et al.*, 2011; Acciaresi *et al.*, 2017). La habilidad competitiva de los cultivares y su capacidad de producir en situaciones de competencia estarían mayormente relacionada con la generación de macollos y biomasa aérea (Caretto y Vigna, 2016).

En estudios realizados en el sudoeste de Buenos Aires, se detectaron cultivares de trigo de ciclo largo e intermedio con buena tolerancia a la competencia de las malezas como ProINTA Huenpan y Buck Charrúa (López y Vigna, 2004). Otros estudios han observado que los cultivares de trigo con menor precocidad, y asociados a la elongación y exposición tardía de las espigas (“espigazón”), resultarían menos tolerantes a la competencia de las malezas, conduciendo a una mayor pérdida de rendimientos en grano cuando compiten por la interceptación de la radiación (Huel y Hucl, 1996; Mason *et al.*, 2008). Por lo tanto, los cultivares precoces contribuirían con mayor efectividad en mitigar pérdidas de rendimiento ante procesos de enmalezamiento que los materiales con menor tasa de crecimiento inicial (Andrew *et al.*, 2015).

Dada la amplia disponibilidad de cultivares comerciales de trigo, es necesario evaluar su comportamiento con respecto a las malezas predominantes, e identificar los atributos que determinan mejoras en su habilidad de competencia. Disponer de esta información permitiría la selección de materiales con atributos con mayor competitividad frente a la presencia de malezas en escenarios con limitaciones en el uso de otras alternativas de control.



**Hipótesis:**

1. En condiciones de producción frecuentes en el centro de la región semiárida pampeana, los cultivares de ciclo intermedio-largo alcanzarán mayores rendimientos relativos en condiciones crecientes de competencia de malezas que materiales de menor duración del ciclo de crecimiento.
2. La habilidad competitiva de cultivares de trigo y su capacidad de crecer y producir granos en situaciones de competencia con malezas está directamente relacionado con la mayor generación biomasa aérea en los rastrojos y en particular por la formación de espigas.

**Objetivos generales:**

- Comparar el crecimiento total y la producción de granos de cultivares de trigo de ciclo intermedio-largo y de ciclo intermedio-corto en diversas condiciones de presencia de malezas.
- Identificar componentes del crecimiento y de la formación del rendimiento de trigo que explican diferencias en el comportamiento de los cultivares frente a la presencia de las malezas en condiciones representativas del centro de la región semiárida pampeana.

## **Materiales y Métodos:**

El estudio se desarrolló en cuatro sitios bajo cultivos de trigo representativos de la región semiárida central ubicados en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de La Pampa (Santa Rosa, La Pampa) y en un campo de producción aledaño a Villa Mirasol (La Pampa). En la tabla 1 se resumen las principales características de los sitios y de su manejo y en la tabla 2 los principales atributos que describen a los cultivares estudiados.

Con el propósito de lograr diferentes condiciones de presencia de malezas se establecieron variadas prácticas de manejo de los cultivos empleando técnicas de control químico y mecánico que se describen en la tabla 3. Se seleccionaron sitios con antecedentes de predominancia de dicotiledóneas, siendo la incidencia de malezas gramíneas relativamente baja. Para los cuales, en estadio de madurez de los cultivos fueron observadas, para el caso del sitio 1 (Campo experimental de la FA UNLPam en la campaña 2021), predominancia de especies dicotiledóneas representando más del 90 % de la cobertura con malezas. Las especies observadas, ordenadas de manera decrecientes según su presencia, fueron *Lamium amplexicaule* “ortiga mansa”, *Conyza sp.* “rama negra”, *Lycopsis arvensis* “borraja pampeana”, *Chenopodium album* “quinoa”, y *Salsola kalii* “cardo ruso”. Entre las monocotiledóneas, si bien su presencia fue menor, se observó la presencia de *Panicum capillare* y *Setaria itálica*. En el sitio 2 (Villa Mirasol en la campaña 2021), la predominancia de las dicotiledóneas, por sobre las gramíneas se observó de igual forma, siendo el patrón de distribución similar al del sitio 1. Las malezas monocotiledóneas predominantes fueron similares a las del sitio 1, y entre las dicotiledóneas predominantes, ordenadas en forma decreciente según su presencia se encontraron *Chenopodium álbum* “quinoa”, *Carduus acanthoides* “cardo chileno”, *Centaurea solstitialis* “abrepuño”, y *Conyza sp.* “rama negra”. En el sitio 3 (Campo experimental de la FA UNLPam en la campaña 2022), las malezas mayormente encontradas fueron *Lycopsis arvensis*

“borraja pampeana”, *Chenopodium album* “quinoa”, y *Salsola kali* “cardo ruso”. Si bien las especies de malezas presentes fueron similares entre sitios, la presencia relativa de estas difirió entre estos observándose mayor enmalezamiento en el sitio 2 y menor en el 1.

**Tabla 1:** Ubicación y caracterización general de los sitios experimentales. Nro.: Número total de parcelas evaluadas, Tam: Tamaño de las parcelas (m de ancho x m de largo), FS: Fecha de siembra, DEH: distancia entre hileras de siembra, FDA: fosfato diamónico.

Sitio	Ubicación	Parcelas		Tipo de suelo	Variedades	Siembra			Fertilizante (dosis)
		Nro.	Tam.			FS	DEH (m)	Densidad (kg ha <sup>-1</sup> )	
1	Campo Experimental, Facultad de Agronomía	104	4,0 x 10,0	Haplustol éntico	ADM Audaz ADM Ñandubay Buck Meteoro Buck Resplandor	2/7/21	0,17	85	FDA (80 kg ha <sup>-1</sup> ) Urea (200 kg ha <sup>-1</sup> )
2	Villa Mirasol	20	25,0 x 150,0	Haplustol petrocálcico	ADM Audaz ADM Ñandubay Buck Meteoro Buck Resplandor	8/7/21	0,21	85	Urea (70 kg ha <sup>-1</sup> )
3	Campo Experimental, Facultad de Agronomía	48	1,2 x 6,0	Haplustol éntico	ADM Catalpa ADM Pehuén	7/7/22	0,17	120	Ninguno

**Tabla 2:** Descripción general de características del crecimiento y del comportamiento frente a patógenos de las variedades cultivadas a partir de la información provista por los semilleros.

PMS: Peso de mil semillas (PMS), Ciclo: Duración del ciclo de crecimiento, GC: Grupo de Calidad. T: tolerante, R: resistente, S: susceptible

Variedad	Semillero	PMS (g)	Ciclo	Otra observación
<b>Resplandor</b>	<b>Buck</b>	36,6	Largo	GC1, calidad. Porte vegetativo erecto (105 cm). Muy sensible al fotoperíodo (plasticidad en la fecha de siembra). Resistente a Roya del tallo, MS a roya de la hoja, Susceptible a Roya estriada, Tolerancia a Fusarium.
<b>Meteoro</b>	<b>Buck</b>	35	Intermedio	GC1, Calidad. Plasticidad a la fecha de siembra. Porte vegetativo erecto (110 cm). Buen comportamiento ante las royas
<b>Audaz</b>	<b>ADM</b>	35	Corto	GC1, calidad. Porte vegetativo, semierecto (82 cm en Subregión IV). Capacidad de macollaje media. T a roya del tallo, y MT a roya de la hoja, amarilla, y manchas.
<b>Ñandubay</b>	<b>ADM</b>	33	Intermedio-corto	GC2, calidad. Porte vegetativo, semierecto (80 cm en Subregión IV). Capacidad de macollaje media. T a roya del tallo, MT a roya de la hoja, MS a roya amarilla, y MT a manchas.
<b>Pehuén</b>	<b>ADM</b>	35	Intermedio	GC2, calidad. Porte vegetativo, erecto (84 cm en Subregión IV). Capacidad de macollaje media. MT a roya del tallo, de la hoja, amarilla, y manchas.
<b>Catalpa</b>	<b>ADM</b>	38	Intermedio	GC2. Porte vegetativo erecto (89 cm en Subregión VI). Capacidad de macollaje media. Tolerante a las royas del tallo, de la hoja, amarilla y manchas.

**Tabla 3:** Descripción de estrategias para el control de malezas durante el barbecho y en post-emergencia (POE). ST: sin tratamiento herbicida.

Sitio	Estrategia	Control de malezas	
		Barbecho	Cultivo (POE)
1	A	Químico (Glifosato 3,0 l ha <sup>-1</sup> + 2,4D 1,0 l ha <sup>-1</sup> )	Hussar 240 ml ha <sup>-1</sup> + Metsulfurón 5 g ha <sup>-1</sup> + 0,2 % alcohol acoxilado
	B		ST
	C	Mecánico (rastra de doble acción)	Hussar 240 ml ha <sup>-1</sup> + Metsulfurón 5 g ha <sup>-1</sup> + 0,2 % alcohol acoxilado
	D		ST
2	A	Mecánico (rastra de doble acción)	2,4D 400 ml ha <sup>-1</sup> + Dicamba 150 ml ha <sup>-1</sup>
	B		ST
3	A	Químico (Glifosato 3,0 l ha <sup>-1</sup> + 2,4D 1,0 l ha <sup>-1</sup> )	2,4D 500 ml ha <sup>-1</sup> + Dicamba 120 ml ha <sup>-1</sup> + Metsulfurón 5 g ha <sup>-1</sup>
	B		ST
	C	Mecánico (rastra de doble acción)	2,4D 500 ml ha <sup>-1</sup> + Dicamba 120 ml ha <sup>-1</sup> + Metsulfurón 5 g ha <sup>-1</sup>
	D		ST

### *Unidades experimentales y evaluaciones en los cultivos*

En cada sitio, los tratamientos de siembra de los cultivos (Tabla 1) se dispusieron en franjas divididas por los tratamientos de control de malezas (Tabla 3). De la combinación de los tratamientos de siembra de los cultivos de trigo y de control de malezas y sus réplicas se identificaron 172 unidades experimentales sobre las que en estadios de madurez fisiológica se evaluaron los siguientes parámetros de los cultivos de trigo:

- Altura media hasta la hoja bandera: distancia media entre el suelo y la lígula de las hojas banderas.
- Altura media hasta las aristas: distancia media entre el suelo y las aristas.
- Biomasa aérea determinada por el corte sobre la superficie del suelo de las plantas en 2 surcos contiguos y 1 m de longitud. Las mediciones se realizaron luego de secadas en estufa hasta peso constante discriminando entre plantas de trigo y de malezas.
- Área cubierta por las malezas al fin del estadio de llenado de granos expresada en porcentaje de la proyección de la sombra sobre el suelo al mediodía en 0,25 m<sup>2</sup> de un cuadrado de 0,5 m de lado.
- Espigas por m<sup>2</sup>: En cada una de las parcelas se contabilizó el número de espigas en un metro lineal, para luego estimar el número de espigas por m<sup>2</sup>.
- Rendimiento en grano: por trilla manual de las plantas de trigo en 2 surcos contiguos de 1 m de longitud.
- Peso de los granos: a partir del peso de 250 granos para estimar el peso individual de estos en unidades de mg grano<sup>-1</sup>.
- Número de granos: estimado a partir del cociente entre el rendimiento y el peso individual de los granos.

### *Caracterización agroclimática y productiva de las campañas productivas*

Las precipitaciones acumuladas durante el ciclo del cultivo (junio a noviembre) fueron unos 83 mm inferiores en el sitio 1 (225,6 mm) que en el sitio 2 (309 mm) sin diferencias en la distribución proporcional de estas y con mayor ocurrencia entre septiembre y noviembre (Tabla 4). En el sitio 3 (campaña 2022) las precipitaciones entre junio y noviembre fueron intermedias (298,2 mm) y se distribuyeron durante todo el ciclo del cultivo concentrándose hacia el fin del ciclo de crecimiento del trigo.

**Tabla 4:** Precipitaciones mensuales ( $\text{mm mes}^{-1}$ ) registradas en alrededores a los sitios experimentales de los sitios 2021 y 2022, detalladas por meses.

<b>Sitio</b>	<b>Localidad</b>	<b>Año</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Sept</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>1</b>	Santa Rosa	2021	3	0,0	0,0	99,3	47,3	76,0	140,4
<b>2</b>	Cnia. Barón	2021	10	0,0	13,0	119,0	89,0	88,0	120,0
<b>3</b>	Santa Rosa	2022	0	27,7	11,6	47,9	72,8	138,9	12,2

### *Análisis de resultados experimentales*

En cada sitio experimental las unidades experimentales para el análisis de este estudio surgieron de combinar las estrategias de manejo de malezas y las variedades cultivadas. En cada caso (combinación de localidad y variedad), las evaluaciones se realizaron por cuadruplicado alcanzándose en total 172 unidades experimentales (Tabla 5).

Para el análisis de los resultados inicialmente los datos se agruparon considerando tres niveles según la biomasa presente de las malezas en la cosecha de los cultivos. A saber, bajo (inferior a  $115 \text{ g m}^{-2}$ ), intermedio (entre  $115$  y  $460 \text{ g m}^{-2}$ ) y alto (superior a  $460 \text{ g m}^{-2}$ ). Luego de realizar un análisis preliminar de comparación de medias, se observó que con más de  $115 \text{ g m}^{-2}$  de



malezas la reducción en la producción del trigo varió entre el 40 y el 50 % los rendimientos, siendo la información disponible insuficientes para describir diferencias en la reducción de la producción frente la presencia de rangos intermedios y altos de malezas (datos no presentados). Por lo tanto, el análisis final del estudio se realizó comparando entre condiciones con baja biomasa de malezas [baja presencia (BP): inferior a 115 g m<sup>-2</sup>] y con producción de biomasa superior a los 115 g m<sup>-2</sup> identificados como con alta presencia (AP). Dado que las unidades experimentales para cada uno de estos grupos fueron diferentes se emplearon pruebas desbalanceadas para la comparación de medias.

**Tabla 5:** Descripción de los casos estudiados (combinación de sitios, campañas y variedades) y cantidad de unidades experimentales según la presencia de malezas. BP: baja presencia, AP: alta presencia.

Caso	Identificación	Sitio	Ciclo	Variedad	Unidades experimentales	
					BP	AP
1	1_1_A	CE1	IC	Audaz	19	7
2	2_1_M	CE1	I	Meteoro	18	8
3	3_1_Ñ	CE1	I	Ñandubay	21	5
4	4_1_R	CE1	L	Resplandor	17	9
5	5_2_A	VM	IC	Audaz	1	4
6	6_2_M	VM	I	Meteoro	1	4
7	7_2_Ñ	VM	I	Ñandubay	1	4
8	8_2_R	VM	L	Resplandor	1	4
9	9_3_C	CE2	I	Catalpa	12	12
10	10_3_P	CE2	I	Pehuén	12	12
<b>Total</b>					<b>103</b>	<b>69</b>

## **Resultados y discusión:**

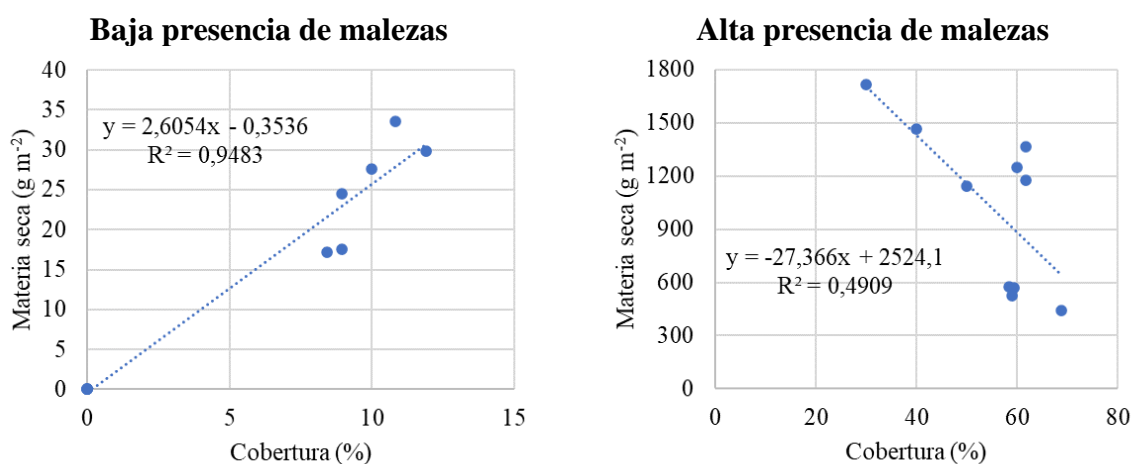
Los casos con BP presentaron entre 0 y 115 g m<sup>2</sup> de biomasa aérea de malezas mientras que en los de AP varió entre 115 y 2905 g m<sup>2</sup> siendo altamente significativas las diferencias de medias entre ambos casos (Tabla 6). La cobertura de malezas también fue mayor en los AP que en los casos de BP. En condiciones de AP varió entre 30 y 69 % mientras que en los de BP la cobertura de las malezas varió entre prácticamente nula presencia hasta 12 % (Tabla 6). En general tanto la cobertura con BP como con AP no mostró diferencias relevantes entre los sitios de cultivo. Estos resultados son coincidentes con lo expuesto por Satorre *et al.*, (2016).

En la presente investigación se observó que al aumentar la cobertura del suelo con malezas la producción de biomasa de estas se incrementó linealmente en los casos con BP mientras que el comportamiento fue inverso en los casos de AP (Fig. 1). Este comportamiento se observa tanto entre todos los casos estudiados como dentro de cada sitio experimental.

En condiciones de BP la menor competencia entre esta (cobertura del suelo de hasta 12 %) y la mayor presencia del cultivo habría limitado su crecimiento y permitido una expresión proporcional de la biomasa producida. En cambio, ante el mayor crecimiento de las malezas (cobertura del suelo superior al 20 %), la competencia entre éstas, y con el cultivo, modificaría el hábito de crecimiento y producción de biomasa por unidad de superficie, reduciéndose la misma en la medida que aumenta la cobertura en condiciones de AP.

**Tabla 6:** Caracterización media de la biomasa total y cobertura de malezas según la presencia y casos estudiados. BP: baja presencia, AP: alta presencia.

Caso	Biomasa de malezas (g m <sup>-2</sup> )		Cobertura de malezas (%)	
	BP	AP	BP	AP
1	30	571	12	59
2	24	443	9	69
3	34	526	11	59
4	18	575	9	58
5	0	1250	0	60
6	0	1143	0	50
7	0	1464	0	40
8	0	1714	0	30
9	17	1363	8	62
10	28	1176	10	62
<b>Promedio</b>	<b>15</b>	<b>1023</b>	<b>6</b>	<b>55</b>
<i>valor p</i>		<i>0,00</i>		<i>0,00</i>



**Figura 1:** Relación entre la producción de materia seca y la cobertura con malezas en 10 casos de producción de trigo en el centro de la región pampeana semiárida.

El rendimiento total de los cultivos de trigo varió entre 500 y 5500 kg ha<sup>-1</sup> siendo mayor en condiciones de BP que frente a la competencia de las malezas (Tabla 8). Como consecuencia del enmalezamiento, la reducción media del rendimiento fue del 43 % equivalente a 1622 kg ha<sup>-1</sup>. En algunos casos, la merma en el rendimiento fue de hasta el 72 % (2858 kg ha<sup>-1</sup>) mientras que en otros fue prácticamente nula (17 kg ha<sup>-1</sup>).

Los componentes del rendimiento también variaron según la presencia media de malezas y en general fueron mayores al reducirse la presencia de estas (Tabla 9). El número de espigas producidas se redujo prácticamente a la mitad en respuesta al aumento de la presencia de malezas, donde las condiciones de BP se asociaron a 415 espigas m<sup>-2</sup> frente AP con 268 espigas m<sup>-2</sup>. El mismo comportamiento se observó en la producción de granos, llegando a 12985 granos m<sup>-2</sup> en BP y 7697 granos m<sup>-2</sup> en AP. Esta respuesta se aprecia de forma más notoria en los sitios 1 y 3, respecto al sitio 2, pero dicha diferencia, en promedio, fue significativa entre ambas condiciones de enmalezamiento. En cuanto al peso individual de los granos, en promedio esta variable se redujo de 29 mg grano<sup>-1</sup> (BP) a 28 mg grano<sup>-1</sup> (AP), sin encontrarse diferencias significativas. El índice de cosecha, en promedio se redujo de 0,15 en BP a 0,12 en AP, pero de igual modo no se hallaron diferencias significativas entre ambos grupos de presencia de malezas.

**Tabla 8:** Componentes del rendimiento de 10 cultivos de trigo con dos niveles de presencia de malezas. BP: baja presencia, AP: alta presencia.

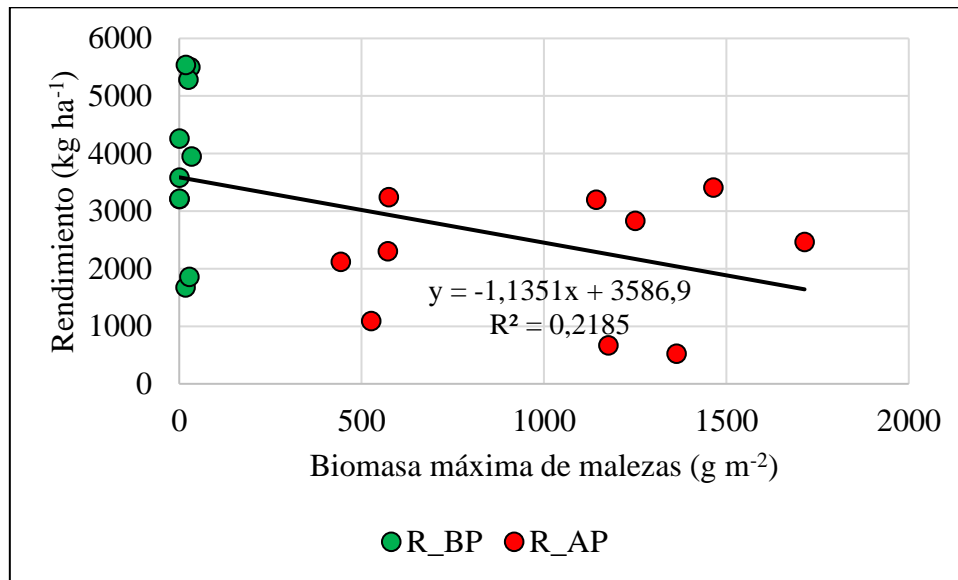
Caso	Número de granos m <sup>2</sup>		Peso del grano (mg grano <sup>-1</sup> )		Rendimiento de granos (kg ha <sup>-1</sup> )		Índice de cosecha	
	BP	AP	BP	AP	BP	AP	BP	AP
<b>1</b>	19449	8663	28	27	5503	2307	0,24	0,19
<b>2</b>	16157	7495	33	28	5285	2123	0,24	0,19
<b>3</b>	15343	4505	26	24	3951	1094	0,17	0,1
<b>4</b>	19313	11346	29	29	5539	3243	0,2	0,16
<b>5</b>	9913	8799	32	32	3212	2833	0,11	0,08
<b>6</b>	9351	9438	34	34	3217	3199	0,08	0,08
<b>7</b>	15678	13269	27	26	4264	3410	0,07	0,07
<b>8</b>	11060	8301	32	30	3583	2465	0,07	0,07
<b>9</b>	6734	2372	25	22	1677	526	0,16	0,14
<b>10</b>	6853	2782	27	24	1857	671	0,17	0,17
<b>Promedio</b>	<b>12985</b>	<b>7697</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>3809</b>	<b>2187</b>	<b>0,15</b>	<b>0,12</b>
<i>valor p</i>		<i>0,01</i>		<i>0,26</i>		<i>0,01</i>		<i>0,32</i>

**Tabla 9:** Indicadores del crecimiento en 10 cultivos de trigo con dos niveles de presencia de malezas. BP: baja presencia, AP: alta presencia.

s/d: sin datos

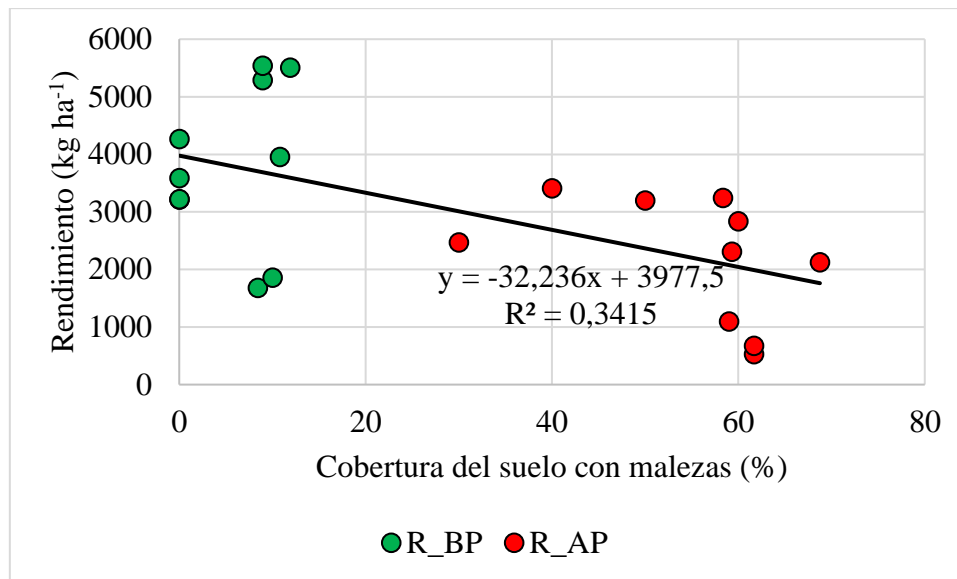
Caso	Altura total (cm)		Altura hasta la lígula (cm)		Espigas m <sup>-2</sup>		Materia seca total (kg ha <sup>-1</sup> )		Materia seca de rastrojos (kg ha <sup>-1</sup> )	
	BP	AP	BP	AP	BP	AP	BP	AP	BP	AP
<b>1</b>	76	66	54	46	780	355	23076	12343	17573	10036
<b>2</b>	75	65	49	44	428	238	22484	11086	17198	8963
<b>3</b>	60	55	46	42	506	266	23633	10423	19682	9329
<b>4</b>	72	66	53	51	541	354	27530	20470	21991	17227
<b>5</b>	s/d	s/d	s/d	s/d	305	290	28214	37500	25002	34667
<b>6</b>	s/d	s/d	s/d	s/d	250	255	38929	41071	35712	37872
<b>7</b>	s/d	s/d	s/d	s/d	293	351	57143	46964	52879	43554
<b>8</b>	s/d	s/d	s/d	s/d	429	252	53929	34464	50345	31999
<b>9</b>	47	42	34	30	314	163	10571	3810	8895	3284
<b>10</b>	52	48	35	33	308	153	11190	4000	9333	3329
<b>Promedio</b>	<b>64</b>	<b>57</b>	<b>45</b>	<b>41</b>	<b>415</b>	<b>268</b>	<b>29670</b>	<b>22213</b>	<b>25861</b>	<b>20026</b>
<i>valor p</i>		<i>0,34</i>		<i>0,40</i>		<i>0,02</i>		<i>0,31</i>		<i>0,41</i>

En la medida que la producción de materia seca de malezas se incrementó, en términos generales el rendimiento del trigo se redujo. Pero el coeficiente de correlación entre ambas variables indicaría que no existe una vinculación estrecha entre ambas variables.



**Figura 2:** Relación entre la producción de materia seca de malezas y producción de trigo en 10 casos en el centro de la región pampeana semiárida. R\_BP: Rendimiento con baja presencia de malezas, R\_AP: rendimiento con alta presencia de malezas.

En la medida que la cobertura espacial con malezas se incrementó, el rendimiento del trigo se redujo. De igual modo el coeficiente de correlación indicaría que no habría una vinculación lo suficientemente estrecha entre ambas variables.

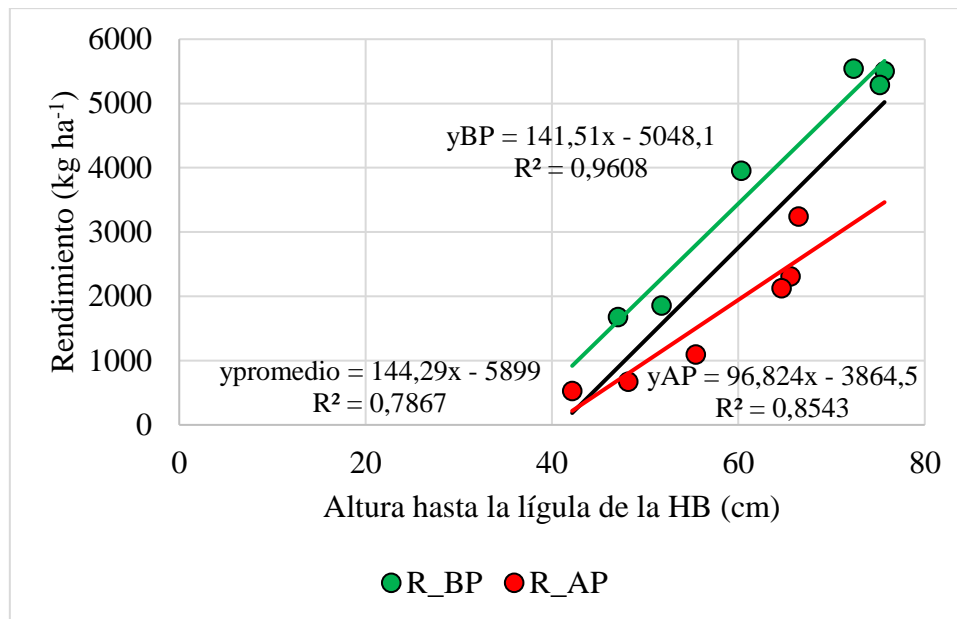


**Figura 3:** Relación entre la cobertura del suelo con malezas y producción de trigo en 10 casos en el centro de la región pampeana semiárida. R\_BP: Rendimiento con baja presencia de malezas, R\_AP: rendimiento con alta presencia de malezas.

En la medida que la lígula de la hoja bandera se encontró a mayor altura, el rendimiento del trigo se incrementó, cuyo coeficiente de correlación estaría indicando que existe una estrecha vinculación entre ambas variables.

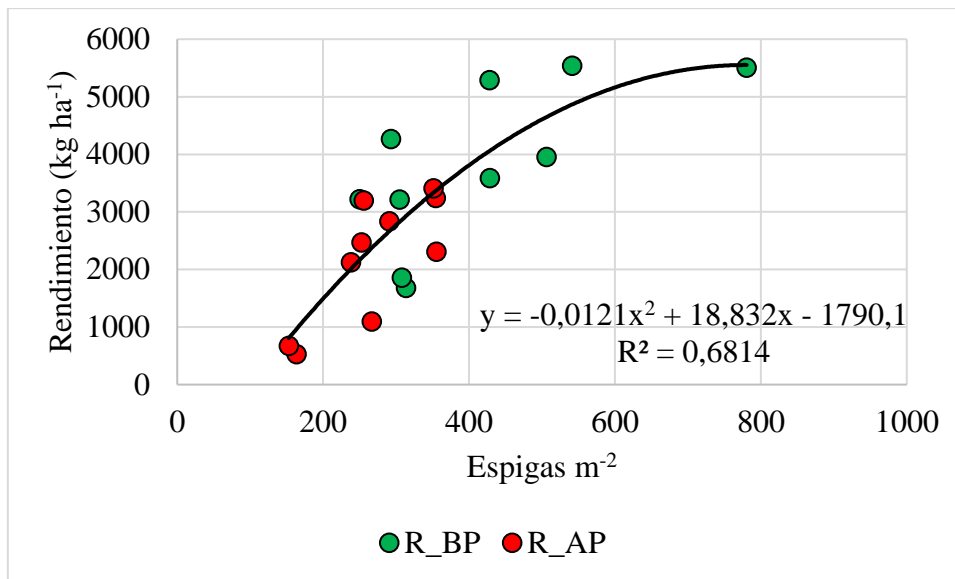
En condiciones de AP, el 85% de la variación en el rinde estaría explicado por la variación en la altura en que se encontró la lígula de la hoja bandera, donde por cada centímetro que se elevara dicha lígula, el rendimiento incrementó 97 kg ha<sup>-1</sup>. Mismo efecto se observa en BP, donde el 96% de la variación en el rendimiento estaría explicado por la misma variable, pero por cada centímetro de incremento en la altura de la lígula, el rendimiento se incrementó en 141 kg ha<sup>-1</sup>. Considerando a la radiación solar como un recurso de competencia entre el cultivo de trigo y las malezas, los modelos de simulación han demostrado que la habilidad de los cultivos de crecer verticalmente y desarrollar un canopeo denso, son los factores más críticos en la interacción por luz (Holt, 1995).





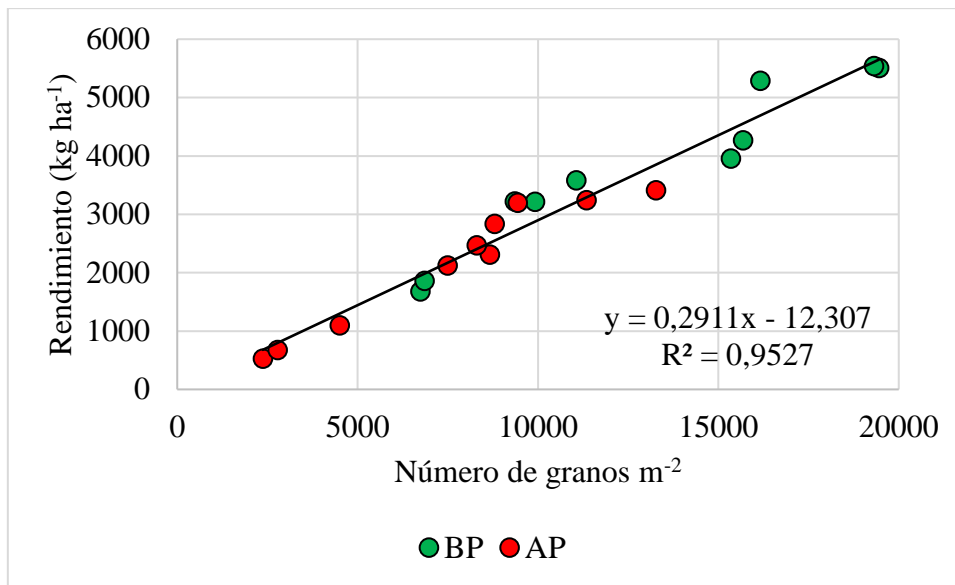
**Figura 4:** Relación entre la altura hasta la lígula de la hoja bandera (HB) y la producción de trigo en 10 casos en el centro de la región pampeana semiárida. R\_BP: Rendimiento con baja presencia de malezas, R\_AP: rendimiento con alta presencia de malezas.

En la medida que aumentó la producción de espigas, el rendimiento de trigo se incrementó, cuyo coeficiente de correlación estaría indicando que existe una marcada vinculación entre ambas variables. Dicha variable se observó que presenta una estrecha vinculación hasta las 400-500 espigas m<sup>-2</sup>, sin embargo, con producciones superiores a esos valores no genera un incremento lineal del rendimiento, probablemente debido a que las espigas producidas no tuvieron recursos suficientes para generar granos.



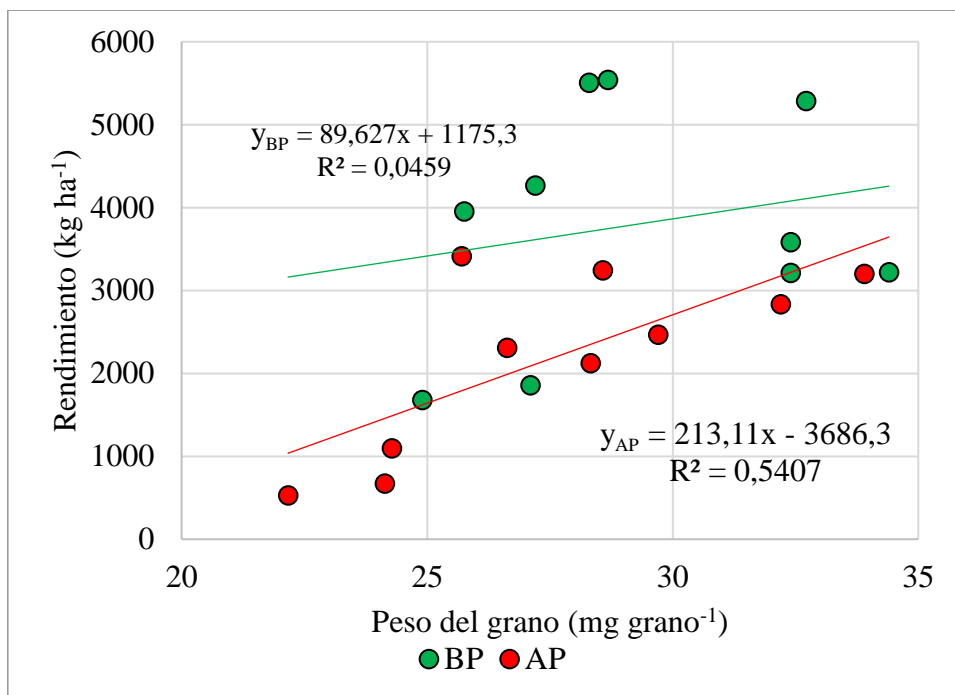
**Figura 5:** Relación entre la cantidad de espigas y la producción de trigo en 10 casos en el centro de la región pampeana semiárida. R\_BP: Rendimiento con baja presencia de malezas, R\_AP: rendimiento con alta presencia de malezas.

En la medida que aumentó la cantidad de granos por unidad de superficie, el rendimiento de trigo se incrementó linealmente, y el coeficiente de correlación indicaría una estrecha vinculación entre ambas variables. Sin embargo, esa relación no mostraría diferencias entre las dos condiciones de enmalezamiento definidas (Fig. 6).



**Figura 6:** Relación entre la cantidad de granos y la producción de trigo en 10 casos en el centro de la región pampeana semiárida. R\_BP: Rendimiento con baja presencia de malezas, R\_AP: rendimiento con alta presencia de malezas.

En la medida que aumentó el peso de los granos producidos, el rendimiento del trigo incrementó. El coeficiente de correlación entre ambas variables presenta un mayor grado de ajuste para la condición de AP, que para BP de malezas (Fig. 7). Si a esto se le suma la relación encontrada entre la altura de la lígula de la hoja bandera y el efecto generado en el rinde, podría estar indicando que, si la hoja bandera es situada por encima del estrato de malezas, el cultivo tendría mayor cantidad de recursos para realizar el llenado del grano, generando un impacto positivo en dicho rinde. Esto resulta consistente con la discusión planteada precedentemente con relación a la altura y la arquitectura de planta como modulador de la competencia por radiación solar (Holt, 1995).



**Figura 7:** Relación entre el peso individual de los granos y la producción de trigo en 10 casos en el centro de la región pampeana semiárida. R\_BP: Rendimiento con baja presencia de malezas, R\_AP: rendimiento con alta presencia de malezas.

### Conclusiones:

La presencia de malezas durante el ciclo de crecimiento de trigo reduce los rendimientos en hasta 72 % y la magnitud de la reducción estaría vinculada parcialmente con el crecimiento del cultivo. En los casos con mayor productividad, los materiales de mayor ciclo de crecimiento mostraron menor reducción al rendimiento que los ciclos intermedios y cortos. En cambio, la duración del ciclo de crecimiento del trigo no explicó cambios en la reducción de los rendimientos en condiciones de enmalezamiento. Estas observaciones no permitieron aceptar completamente la hipótesis 1 de este estudio.

Al aumentar el crecimiento del trigo (mayor altura, mayor número de espigas, mayor producción de biomasa aérea), si bien la pérdida absoluta en la producción de granos bajo condiciones de enmalezamiento aumenta, se reduce en términos relativos al máximo

alcanzable. Entre los indicadores de crecimiento evaluados, se observa que al aumentar la altura de las plantas es menor la pérdida relativa de rendimientos. Del mismo modo, a al aumentar el número de macollos fértiles por unidad de superficie es menor la pérdida relativa del rendimiento. Aumentos en la producción total de biomasa no explicaron consistentemente variaciones en la reducción relativa de los rendimientos bajo condiciones de enmalezamiento. Estos resultados permiten validar parcialmente la hipótesis 2 del estudio.

Los resultados estudiados muestran las complejas relaciones que se establecen en los procesos de enmalezamientos que impactan en diferente medida en la producción de granos. Sin embargo, más allá del control químico, se pone en evidencia el potencial del manejo agronómico como base para la reducción del impacto de las malezas en la producción de trigo.

#### **Bibliografía:**

**Anderson, R.L. 2011.** Synergism: a rotation effect of improved growth efficiency. En DL. Sparks edition: Advances in Agronomy 112: 205-226.

**Andrew, I.K.S; Storkey, J. y Sparkes, D.L. 2015.** A review of the potential for competitive cereal cultivars as a tool in integrated weed management. Weed Research 55:239-248.

**Barsky, A. 2010.** La agricultura de “cercanías” a la ciudad y los ciclos del territorio periurbano. Globalización y Agricultura Periurbana en la Argentina. Escenarios, recorridos y problemas. Buenos Aires: Serie Monográficas N° 1 Flacso Argentina.

**Bedmar, F. 2015.** Control de malezas en cultivos extensivos Una visión prospectiva. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria <http://anav.org.ar/pdf/malezas.pdf>.

- Belmonte, M.L.; Fernández, M.D.; Bellini Saibene, Y.; Lorda, H.; Fuentes, M.E.; Rossi, A.; Garay, J. y Rivarola, R.** Caracterización tecnológica y productiva del cultivo de trigo y otros cereales de invierno para la región semiárida pampeana central. 22 pp.
- Caretto, L.M. y Vigna, M.R. 2016.** Actas VI Simposio de cereales de siembra otoño-invernal, II Encuentro del Mercosur. Sección Protección Vegetal.
- Castellarin, J.M.; Garcia, A.V. y Papa, J.C. 2019.** Habilidad competitiva de distintos cultivares de trigo pan (campaña 2018-2019) en el sur de la provincia de Santa Fe. INTA EEA Oliveros, Para mejorar la producción 58:41-44
- Chaudhary, S.U.; Hussain, M.; Ali, M.A. y Iqbal, J. 2008.** Effect of weed competition on yield and yield components of wheat. J. Agric. Res. 46: 47-53.
- Cousens, R.D. y Mokharti, S. 1998.** Effect of Wild oat (*Avena fatua*) Infestations on Light Interception and Growth Rate of Wheat (*Triticum aestivum*). Weed science, 39(2), 175-179. Doi: 10-1017/S0043174500071435.
- Fernandez, M.A. 2020,** El trigo en la región subhúmeda seca pampeana. Ed.UNLPam, Santa Rosa (LP), Argentina, 202 pp.
- Figueruelo, A.; Dillchneider, A.; Porta Siota, F. y Funaro, D. 2021.** Habilidad competitiva en variedades de trigo. III Congreso Argentino de Malezas, ASACIM.
- Ghersa, C.M; Benech-Arnold; Satorre R.L., E.H. y Martínez-Ghersa, M.A. 2000.** Advances in weed Management strategies. Field Crop Research 67: 95-104.
- Gianessi, L.P. y Reigner, N.P. 2007.** The value of herbicides in U.S. crop production. Weed technology 21 (2): 559-566.
- Grau, R.H.; Mitchell Aide, T. y Gasparri, N.I. 2005.** Globalization and Soybean Expansion into Semiarid Ecosystems of Argentina. AMBIO: A. J. of the Human Environment, 34(3): 265-266.

- Heap, I. 2023.** The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponible en línea [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)
- Holt, J.S. 1995.** Plant response to light: a potential tool for weed management. *Weed Science* 43: 474-482.
- Huel, D. y Hucl, P. 1996.** Genotypic variation for competitive ability in spring wheat. *Plant Breeding*. 115. 325-329. 10.1111/j. 1439-0523.
- Istilart, C. 1991.** Relevamiento de malezas en cultivos de trigo en los partidos de Tres Arroyos, G. Chaves y Necochea. XII Reunión ASAM.
- Lopez, R.L. y Vigna, M.R. (2004).** Metodologías para el control de malezas de bajos insumos. Pp 97-103. Resúmenes ejecutivos. Seminario Sustentabilidad de la Producción Agrícola. JICA-INTA.
- Lopez, R.L.; Vigna, M.R. y Gigon, R. 2011.** Habilidad competitiva de cultivares de trigo pan de ciclo largo e intermedio. XX Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas, Viña del Mar, Chile.
- Magrin, G.O.; Travasso, M.I. y Rodriguez, G.R. 2009.** Climate change and wheat production in Argentina. *Int. J. Global Warming*, Vol. 1, Nos. 1/2/3.
- Mason, H.; Goonewardene, L. y Spaner, D. 2008.** Competitive traits and the stability of wheat cultivars in differing natural weed environments on the northern Canadian Prairies. *J. Agr. Sci.* 146:21-33. Doi: 10.1017/S0021859607007319.
- McGilchrist, C.A. y Trengath, B.R. 1971.** A revised analysis of plant competition experiments. *Biometrics*: 27: 659-671
- Oerke, E. C. 2006.** Crop losses to pests. *J. Agric. Sci.*, 144:31-43.
- Sanchez, M. 2020.** Vigor inicial de cuatro variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) y su incidencia en la habilidad competitiva de ryegrass perenne (*Lolium perenne* L.) resistente a glifosato. Tesis de Maestría, FCAyF UNLP, 73 pp.

- Satorre, E.H. 1988.** The competitive ability of spring cereals. PhD Thesis, University of Reading.
- Satorre, E.H. y Guglielmini, A.C. 1990.** Competencia entre trigo (*Triticum aestivum*) y malezas. I- El comportamiento de cultivares modernos de Trigo. Actas del II Congreso Nacional de Trigo volumen 4: 77-87. Pergamino (BA, Argentina).
- Satorre, E.H. y Slafer, G.A. 1999.** Wheat Production Systems of the Pampas. In: Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination, Food Products Press, New York, 333-348.
- Satorre, E.H., Kruk B. C. y De la Fuente, E. 2016.** Bases y herramientas para el manejo de malezas. UBA Facultad de Agronomía. Bs. As., Argentina.
- Vitta, J.; De Faccini; La Nisensohn; Puricelli, Y.; Nuez, D. y Leguizamon, E. 1999.** Malezas en el núcleo sojero argentino: situación actual y perspectivas. Dow Agrociencias. San Isidro, Argentina.
- Vitta J., (2004).** Competencia entre cultivos y malezas. Sitio argentino de Producción Animal. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
- Yannicari, M.; Istilart, C. y Giménez D. 2009.** Evaluación de la resistencia a glifosato de una población de *Lolium perenne* L. del sur de la provincia de Buenos Aires. XII Congreso SEMh. XIX Congreso ALAM. Congreso Iberoamericano de Cs. De las malezas. Lisboa. 2:521-524.