

**EFFECTO ACUMULATIVO DE DISTINTAS VARIEDADES DE SOJA Y TRIGO EN LA
SECUENCIA SOJA-TRIGO/SOJA SOBRE EL NÚMERO DE INDIVIDUOS Y LA
MATERIA SECA AÉREA DE MALEZAS**

Trabajo Final de Grado



Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

Junín, Argentina

25 de febrero 2026

**EFFECTO ACUMULATIVO DE DISTINTAS VARIEDADES DE SOJA Y TRIGO EN LA
SECUENCIA SOJA-TRIGO/SOJA SOBRE EL NÚMERO DE INDIVIDUOS Y LA
MATERIA SECA AÉREA DE MALEZAS**

Trabajo Final de Grado

FACUNDO BARTOLOMÉ

Legajo N° 16026/3

Aprobado por el Tribunal Evaluador

(Nombre y Apellido)
Evaluador

(Nombre y Apellido)
Evaluador

(Nombre y Apellido)
Evaluador

Dra. Ing. Agr. M. Victoria Buratovich
Co-directora

Dr. MSc Ing. Agr. Horacio A. Acciaresi
Director

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

Junín, Argentina

25 de febrero 2026

ÍNDICE

1. ABSTRACT	1
2. RESUMEN	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. HIPÓTESIS	7
5. OBJETIVOS	7
5.1 Objetivo general	7
5.2 Objetivos específicos	7
6. MATERIALES Y MÉTODOS	8
6.1 Sitio experimental	8
6.2 Diseño del experimento y prácticas agronómicas	8
6.3 Recolección de datos	10
6.4 Análisis estadístico	11
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
7.1 Condiciones pluviométricas de la campaña	11
7.2 Materia seca aérea y número de individuos de malezas	12
7.3 Abundancia relativa de malezas	15
7.4 Materia seca aérea de soja	17
7.5 Productividad en grano	18
7.6 Análisis de correlación	19
8. CONCLUSIONES	21
9. REFERENCIAS	22

Cumulative effects of various soybean and wheat cultivars within the soybean-wheat/soybean cropping sequence on weed density and weed aboveground dry matter

1. ABSTRACT

Among the main agronomic problems associated with the excessive use of herbicides are the spread of herbicide-resistant weeds and the reduction of biodiversity in agroecosystems. A commonly overlooked strategy in integrated weed management programs is the use of cultivars with enhanced competitive ability against weeds. Such an approach not only involves suppressing weed growth during the crop-growing season, but also progressively reducing weed fecundity over successive seasons, ultimately leading to lower infestation levels in the fields. The objective of this study was to determine, under field conditions, whether the use of different soybean and wheat predecessors in a two-season cropping sequence differentially affects weed density and weed aboveground dry matter (g m^{-2}), as well as grain yield (g m^{-2}) of the final crop in the sequence. To address this question, a field experiment was conducted during the 2023/24 growing season at the INTA Pergamino Experimental Station (Buenos Aires, Argentina) to evaluate the effect of different cultivar combinations within the sequence on weed density and weed aboveground dry matter (g m^{-2}) at different growth stages of the final crop in the sequence. In addition, crop aboveground dry matter (g m^{-2}) was quantified at two growth stages, along with crop grain yield (g m^{-2}), under conditions with and without weed competition, the latter achieved through herbicide applications. Data analysis revealed that herbicide application was the treatment factor exerting the greatest influence on the variables assessed. Simple linear correlation analysis showed that both weed density and weed aboveground dry matter (g m^{-2}) were significantly and negatively associated with the grain yield (g m^{-2}) of the final crop in the sequence. These findings indicate that, under the conditions of this study, the use of different cultivar combinations within the sequence did not result, over time, in lower weed density or weed aboveground dry matter, nor in increased grain yield of the final crop in the sequence.

Efecto acumulativo de distintas variedades de soja y trigo en la secuencia soja-trigo/soja sobre el número de individuos y la materia seca aérea de malezas

2. RESUMEN

Entre los principales problemas agronómicos causados por el uso excesivo de herbicidas se destacan la expansión de malezas resistentes y la reducción de la biodiversidad en los agroecosistemas. Una estrategia comúnmente postergada en el marco de la integración de métodos de manejo de malezas es la siembra de cultivares con mayor habilidad competitiva frente a las mismas. Esto implica no solamente la supresión del desarrollo de las malezas durante el ciclo de crecimiento del cultivo, sino también la reducción progresiva de la fecundidad a lo largo de las campañas, lo que derivaría en un menor grado de infestación en los lotes productivos. El objetivo de este trabajo fue determinar en condiciones de campo, si el empleo de diferentes genotipos antecesores de soja y trigo (en una secuencia de dos campañas) incide diferencialmente en el número de individuos ($n^{\circ}.m^{-2}$) y la materia seca aérea ($g.m^{-2}$) de malezas, y sobre la productividad en grano ($g.m^{-2}$) del último cultivo de la secuencia. De esta manera, se realizó un experimento en campo durante la campaña 2023/24 en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino (Buenos Aires, Argentina) para evaluar el efecto de distintas combinaciones de variedades antecesoras sobre el número de individuos ($n^{\circ}.m^{-2}$) y la materia seca aérea ($g.m^{-2}$) de malezas en distintos momentos del ciclo del último cultivo de la secuencia. Además, se cuantificó la materia seca aérea ($g.m^{-2}$) en dos momentos del ciclo y la productividad en grano ($g.m^{-2}$) del último cultivo, en presencia y ausencia de competencia (a través de la aplicación o no de herbicidas). A partir del análisis de datos se observó que la aplicación de herbicidas fue el factor de tratamiento que mayor influencia generó sobre las variables estudiadas. Mediante un análisis de correlación lineal simple se determinó que tanto el número de individuos ($n^{\circ}.m^{-2}$) como la materia seca aérea ($g.m^{-2}$) de malezas se relacionaron de forma significativa y negativa con la productividad en grano ($g.m^{-2}$) del último cultivo de la secuencia. Esto demuestra que, bajo las condiciones de este estudio, no se observa en el tiempo menor número de individuos y materia seca aérea de malezas, ni mayor productividad en grano del último cultivo de la secuencia, al utilizar distintas combinaciones de genotipos antecesores.

3. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los sistemas de producción de cultivos en la región Pampeana han experimentado un cambio contundente, debido esencialmente a la reducción del laboreo mecánico del suelo y a la simplificación de tareas en lo que respecta al control de adversidades (Satorre, 2011). En este sentido, la adopción de los herbicidas de síntesis química en los sistemas agrícolas ha resultado ser una herramienta relativamente económica y altamente efectiva para el control de malezas, permitiendo reducir los costos de producción y contribuyendo al incremento de los rendimientos de los cultivos extensivos (Andrew *et al.*, 2015). Así, con el paso del tiempo los sistemas productivos avanzaron hacia modelos simplistas y cortoplacistas basados en el uso masivo e irracional de unos pocos principios activos. Tal es así, que en las últimas décadas el manejo de malezas se ha abocado más a la erradicación de las especies no deseadas mediante el uso de herbicidas que al desarrollo de un sistema de manejo holístico que incluya variables económicas, ecológicas y sociales (Upadhyaya y Blackshaw, 2007). Consecuentemente, la dependencia excesiva del control químico ha dado lugar a serios problemas ambientales y agronómicos, como la reducción de la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas y el incremento y la expansión de la resistencia a herbicidas en poblaciones de malezas (Andrew *et al.*, 2015). Las escasas o nulas rotaciones, tanto de cultivos como de herbicidas, con soja RR (Roundup Ready®) como cultivo predominante, trajeron como consecuencia inmediata una disminución en la diversidad productiva, y profundizaron los cambios en la abundancia relativa de ciertas especies y actual composición de las comunidades de malezas (Calderón, 2013). Las malezas antes más frecuentes, caracterizadas por su elevado porte y alta tasa de crecimiento se diferencian de las especies de reciente aparición por su adaptación a bajos niveles de radiación, germinación escalonada y el ciclo relativamente corto que le permiten el escape a un herbicida no residual como glifosato (Vitta *et al.*, 2002). En Argentina, el uso de herbicidas registró un destacado crecimiento, donde entre 1991 y 2014 se registró un incremento de 19,7 a 304,2 millones de kg/litros de producto formulado. El glifosato representa el principal ingrediente activo utilizado (62%), con una tendencia hacia el uso de activos de alta concentración (CASAFE, 2014). La simplicidad de uso de este herbicida, su amplio espectro de control, bajo costo y gran selectividad en cultivos tolerantes, sumado a su

función como herramienta para solucionar el problema de resistencia a inhibidores de ALS, provocó una merma en la diversidad de herbicidas utilizados en soja (Papa y Tuesca, 2013). En el noroeste de la provincia de Buenos Aires, el glifosato fue el ingrediente activo más utilizado entre 2017 y 2019 (Acciaresi *et al.*, 2019). Además, cinco mecanismos de acción representaron el 82% de la superficie aplicada (Acciaresi y Principiano, 2020). El uso de herbicidas con actividad residual en el suelo también incrementó el proceso de selección de biotipos resistentes (Gaines *et al.*, 2020). Como resultado de este proceso de adaptación a la fuerte y reiterada presión de selección ejercida por el empleo de glifosato y otros pocos principios activos, se verificó un incremento en la abundancia de especies capaces de sobrevivir a aplicaciones con dosis normalmente utilizadas de estos activos y el registro de varios biotipos resistentes (Papa *et al.*, 2012). En la actualidad se encuentran registrados 48 biotipos resistentes de 28 especies de malezas, con resistencias simples y/o múltiples (REM, 2025). Los resultados ineficientes en el manejo y control de malezas acentuaron el problema de la actual composición y abundancia de las comunidades, y el de la selección de poblaciones resistentes a herbicidas, obligando a los productores a aumentar las dosis aplicadas, la frecuencia de aplicación de herbicidas y el abanico de productos utilizados (Ghersa y Ferraro, 2011).

En respuesta a estos inconvenientes se ha ido generando un consenso sobre la necesidad de desarrollar programas de manejo alternativos, considerando principalmente la reducción del uso de insumos y la importancia de integrar procesos ecológicos donde se comprenda la naturaleza de la evolución del enmalezamiento y como es afectado por los factores de manejo del cultivo (Guglielmini *et al.*, 2015) con el fin de disminuir la abundancia y/o el impacto de las malezas (Menalled, 2010). Actualmente, la demanda creciente por el aumento de la productividad de los cultivos, y de lograr que la misma sea sustentable, es el contexto en el cual se están planteando las líneas de investigación y las acciones dirigidas a un manejo racional de malezas (Petit *et al.*, 2011; Peterson *et al.*, 2018; Beckie *et al.*, 2019). Desde la protección vegetal, para avanzar hacia una agricultura de procesos es necesario el desarrollo de alternativas culturales de manejo de malezas a mediano y largo plazo, lo cual necesariamente implica el rediseño de los sistemas de producción como elementos necesarios a ser tenidos en cuenta para el desarrollo de sistemas sustentables (Guglielmini *et al.*, 2003; Neve *et al.*, 2018). El objetivo de estas tácticas se basa fundamentalmente en comprender y aprovechar los

procesos relacionados con la modificación de los micrositios donde pueden establecerse malezas y la alteración del balance de la captura de recursos por parte de las mismas y los factores que lo regulan. En este sentido, entre los diversos métodos culturales utilizados para reducir las poblaciones de malezas, el uso de cultivares más competitivos resulta ser una opción atractiva porque no incrementa significativamente los costos (Lemerle *et al.*, 1996). Aun así, la habilidad competitiva no ha sido tradicionalmente considerada una prioridad, tanto al momento de la elección de genotipos para la siembra como en programas de mejoramiento. No obstante, el desafío actual de poder realizar un manejo exitoso de malezas resistentes a herbicidas ha comenzado a despertar un interés en la posibilidad de incorporar estrategias alternativas, incluyéndose el empleo de cultivares con mayor habilidad competitiva frente a las malezas (Andrew *et al.*, 2015).

La aptitud competitiva de un determinado genotipo está definida por la capacidad supresiva de malezas y/o por la tolerancia a la presión competitiva de las mismas, evitando pérdidas significativas de rendimiento (Callaway, 1992; Goldberg, 1990; Grace, 1990). Los cultivares competitivos tienen mayor capacidad para adquirir recursos limitantes y afectar así el crecimiento de malezas, pero además contribuyen a reducir el retorno de semillas al banco del suelo, siendo una herramienta efectiva para el manejo a largo plazo. Esto permite reducir la presión de los herbicidas y aumentar la sustentabilidad del sistema (Andrew *et al.*, 2015).

La competencia es un proceso dinámico que puede ser entendido a partir de la distribución de los recursos aéreos o subterráneos sobre las especies que compiten y sobre la eficiencia de cada una en el uso de los mismos (Kropff *et al.*, 1997). En ciertos casos es posible recurrir a la evaluación de caracteres morfológicos, fisiológicos o fenológicos, fácilmente identificables y medibles a nivel planta, como predictores de la aptitud de los individuos frente a la presión de malezas en distintos ambientes (Violle *et al.*, 2007). La emergencia rápida y la elevada acumulación de biomasa en la fase de establecimiento del cultivo son algunas de las características más importantes que confieren ventajas competitivas (Didon, 2002; Grime, 2001). Por ejemplo, entre los rasgos determinantes de la habilidad competitiva de trigo se menciona al vigor inicial o temprano como atributo de importancia en el éxito competitivo del cultivo (Cena y Acciaresi, 2018). El mismo se relaciona con el establecimiento del cultivo y con la tasa de producción de biomasa aérea y ha sido correlacionado con rasgos morfológicos foliares como el área

foliar en las primeras etapas del ciclo (Huel y Hucl, 1996; Coleman *et al.*, 2001; Rebetzke *et al.*, 2004; Vandeleur y Gill, 2004; Zerner *et al.*, 2008). Como estos caracteres exhiben una alta heredabilidad, y por lo tanto el vigor temprano puede ser seleccionado en programas de mejoramiento (Rebetzke y Richards, 1999; Coleman *et al.*, 2001), es factible elegir con un elevado nivel de certidumbre aquellos genotipos que manifiesten estas características en favor de una mayor habilidad competitiva. Bertholdsson (2005, 2011), luego de varios años de observación, concluyó que la producción temprana de biomasa como indicador del vigor en trigo y cebada es un atributo que contribuye significativamente a la supresión de poblaciones espontáneas de *Lolium spp* y *Brassica spp*. También se pudo determinar que los cultivares más vigorosos de trigo pan y trigo duro en convivencia con *L. rigidum* resultaron ser más competitivos, logrando acumular una mayor cantidad de biomasa en la etapa de establecimiento (Lemerle *et al.*, 1996). En soja, se ha establecido que la mayor acumulación de materia seca aérea y cobertura del suelo en etapas tempranas del ciclo también se presentan entre los caracteres morfológicos de mayor relevancia en plantas que exhiben habilidad competitiva superior (Jannink *et al.*, 2000; Bianchi *et al.*, 2006; Place *et al.*, 2011). No obstante, aún no hay demasiada información concisa en la literatura referente a la aptitud de los cultivares modernos en competencia exclusiva con diferentes especies malezas (Trezzi *et al.*, 2013). Aunque distintas investigaciones han demostrado el efecto de la habilidad competitiva de los cultivos frente a las malezas, aún no hay estudios respecto a cómo el empleo de genotipos más competitivos a través del tiempo puede afectar al enmalezamiento en los sistemas productivos.

De esta manera, surge la necesidad de generar información local acerca del posible efecto acumulativo al incluir diferentes cultivares en las secuencias de cultivos sobre el nivel de enmalezamiento mediante la determinación de los niveles de abundancia y la producción de biomasa aérea de malezas, procurando así reducir la dependencia exclusiva del uso de herbicidas e integrar estratégicamente prácticas ecológicas actualmente relegadas a un manejo de malezas más sustentable.

En el presente estudio se busca aportar conocimiento sobre la relación entre los genotipos antecesores de una secuencia tradicional de la región a través de dos o más campañas frente a las poblaciones de malezas y al desempeño productivo del último cultivo.

4. HIPÓTESIS

La inclusión de diferentes genotipos antecesores de soja y trigo en la secuencia soja-trigo/soja disminuye la cantidad de materia seca aérea y el número de individuos de malezas presentes en el último cultivo.

La inclusión de diferentes genotipos antecesores de soja y trigo en la secuencia soja-trigo/soja aumenta la productividad en grano del último cultivo.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión de diferentes genotipos antecesores de soja y trigo en la secuencia soja-trigo/soja sobre la materia seca aérea y el número de individuos de malezas, y sobre la productividad en grano del último cultivo de la secuencia.

5.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de las distintas combinaciones de genotipos antecesores de soja y trigo sobre el número de individuos por unidad de superficie y la cantidad de materia seca aérea de las malezas presentes en el último cultivo de la secuencia.

Determinar el efecto de las distintas combinaciones de genotipos antecesores de soja y trigo sobre la producción de materia seca aérea del último cultivo de la secuencia.

Determinar el efecto de las distintas combinaciones de genotipos antecesores de soja y trigo sobre la productividad en grano del último cultivo de la secuencia.

Evaluar la posible interacción entre las distintas variables estudiadas.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Sitio experimental

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Pergamino (33° 51´ S, 60° 34´ O), del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), durante la campaña 2023/24. El tipo de suelo característico corresponde a un argiudol típico de la serie Pergamino.

6.2 Diseño del experimento y prácticas agronómicas

En la campaña previa al presente estudio, sobre la misma parcela, se sembraron siete variedades de soja (Tabla 1) con y sin aplicación de herbicidas, incluyendo además, un tratamiento sin cultivo como control negativo (Figura 1a). Cada unidad experimental fue de 10 m de ancho y 25 m de largo. Estas variedades fueron caracterizadas según distintos atributos: índice de área foliar, intercepción de la radiación fotosintéticamente activa, porcentaje de cobertura y materia seca aérea. No obstante, dicha caracterización no fue efectuada en el contexto de este trabajo. Luego de la cosecha del cultivo de soja fueron sembradas dos variedades de trigo: "Selenio" y "Favorito", ambas del semillero Klein, en sentido transversal a la orientación de la siembra anterior, en donde también se realizaron tratamientos con y sin herbicidas, y se midieron las variables previamente mencionadas (Figura 1b). Los tratamientos herbicidas fueron realizados en función del enmalezamiento registrado y a las dosis recomendadas por marbete. En este sentido, cada unidad experimental fue de 10 m de ancho y 10 m de largo. La elección de las distintas variedades de soja y trigo se basó en recomendaciones de los distintos semilleros, y luego se llevó a cabo la caracterización en campo.

En el presente estudio se sembró una única variedad de soja (DM 46i20 IPRO STS), el 28 de diciembre, con una densidad de 32 pl/m², bajo siembra directa y a un distanciamiento entre hileras de 17,5 cm; con y sin aplicación de herbicidas, sobre los 30 tratamientos resultantes de la combinación de los distintos tratamientos antecesores (Figura 1c), siguiendo un diseño en bloques completamente aleatorizados con arreglo factorial de tres factores. Así, el factor A correspondió a las distintas variedades de soja, el factor B a las dos variedades de trigo, y el factor C a la aplicación o no de herbicidas (Ecuación 1).

Previamente a la siembra de soja se realizó una aplicación en todo el lote de 2,5 l/ha de

glifosato (66,2 %) y 0,6 l/ha de 2,4-D Etilhexil. Asimismo, en los tratamientos con herbicidas se adicionó 0,45 l/ha de sulfentrazone como herbicida residual, donde además, en post-emergencia del cultivo (estadio V3), se realizó otra aplicación de 2,5 l/ha de glifosato (66,2%) y 0,6 l/ha de cletodim para controlar nuevos nacimientos de malezas.

TABLA 1 Tratamientos incluidos en el primer año de la secuencia. GM: grupo de madurez, RR: Roundup Ready®, STS®: Sulfonylurea Tolerant Soybean. 2022/23. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

Tratamiento	Variedad	Semillero	Tecnología	GM
1	RA 349	Santa Rosa	RR	III largo
2	RA 4318 TS	Santa Rosa	RR y STS	IV medio
3	RA 5322 TS	Santa Rosa	RR y STS	V corto
4	CZ 4021 STS	Creedenz	RR y STS	IV corto
5	CZ 4721 STS	Creedenz	RR y STS	IV largo
6	DM 46i20 IPRO STS	Don Mario	INTACTA RR2 PRO y STS	IV medio
7	DM 47E23 SE	Don Mario	Enlist E3 y STS	IV medio
8	Testigo (sin soja)			

a

4	2	CON HERBICIDAS				8	3	7	1	5	6
		SIN HERBICIDAS									
		SIN HERBICIDAS									
3	6	1	4	5	2	8	7				
		CON HERBICIDAS									
		CON HERBICIDAS									
1	4	7	2	6	8	3	5				
		SIN HERBICIDAS									

b

R e p III			CON HERBICIDAS				TRIGO 2	
	4	2	8	3	7	1	5	6
			SIN HERBICIDAS				TRIGO 1	
R e p II	TRIGO 2		SIN HERBICIDAS					
	3	6	1	4	5	2	8	7
	TRIGO 2		CON HERBICIDAS					
R e p I			CON HERBICIDAS				TRIGO 2	
	1	4	7	2	6	8	3	5
			SIN HERBICIDAS				TRIGO 2	
						TRIGO 1		

c

S4 - T2 / DM 46i20	S2 - T2 / DM 46i20	Testigo	S3 - T2 / DM 46i20	S7 - T2 / DM 46i20	S1 - T2 / DM 46i20	S5 - T2 / DM 46i20	S6 - T2 / DM 46i20	R e p III
S4 - T1 / DM 46i20	S2 - T1 / DM 46i20	Testigo	S3 - T1 / DM 46i20	S7 - T1 / DM 46i20	S1 - T1 / DM 46i20	S5 - T1 / DM 46i20	S6 - T1 / DM 46i20	
S4 - T2 / DM 46i20	S2 - T2 / DM 46i20	Testigo	S3 - T2 / DM 46i20	S7 - T2 / DM 46i20	S1 - T2 / DM 46i20	S5 - T2 / DM 46i20	S6 - T2 / DM 46i20	
S4 - T1 / DM 46i20	S2 - T1 / DM 46i20	Testigo	S3 - T1 / DM 46i20	S7 - T1 / DM 46i20	S1 - T1 / DM 46i20	S5 - T1 / DM 46i20	S6 - T1 / DM 46i20	R e p II
S3 - T2 / DM 46i20	S6 - T2 / DM 46i20	S1 - T2 / DM 46i20	S4 - T2 / DM 46i20	S5 - T2 / DM 46i20	S2 - T2 / DM 46i20	Testigo	S7 - T2 / DM 46i20	
S3 - T1 / DM 46i20	S6 - T1 / DM 46i20	S1 - T1 / DM 46i20	S4 - T1 / DM 46i20	S5 - T1 / DM 46i20	S2 - T1 / DM 46i20	Testigo	S7 - T1 / DM 46i20	R e p I
S3 - T2 / DM 46i20	S6 - T2 / DM 46i20	S1 - T2 / DM 46i20	S4 - T2 / DM 46i20	S5 - T2 / DM 46i20	S2 - T2 / DM 46i20	Testigo	S7 - T2 / DM 46i20	
S3 - T1 / DM 46i20	S6 - T1 / DM 46i20	S1 - T1 / DM 46i20	S4 - T1 / DM 46i20	S5 - T1 / DM 46i20	S2 - T1 / DM 46i20	Testigo	S7 - T1 / DM 46i20	
S1 - T2 / DM 46i20	S4 - T2 / DM 46i20	S7 - T2 / DM 46i20	S2 - T2 / DM 46i20	S6 - T2 / DM 46i20	Testigo	S3 - T2 / DM 46i20	S5 - T2 / DM 46i20	
S1 - T1 / DM 46i20	S4 - T1 / DM 46i20	S7 - T1 / DM 46i20	S2 - T1 / DM 46i20	S6 - T1 / DM 46i20	Testigo	S3 - T1 / DM 46i20	S5 - T1 / DM 46i20	
S1 - T2 / DM 46i20	S4 - T2 / DM 46i20	S7 - T2 / DM 46i20	S2 - T2 / DM 46i20	S6 - T2 / DM 46i20	Testigo	S3 - T2 / DM 46i20	S5 - T2 / DM 46i20	
S1 - T1 / DM 46i20	S4 - T1 / DM 46i20	S7 - T1 / DM 46i20	S2 - T1 / DM 46i20	S6 - T1 / DM 46i20	Testigo	S3 - T1 / DM 46i20	S5 - T1 / DM 46i20	

FIGURA 1 Esquema del experimento en campo en el a) primer (2022/23) y b) y c) segundo (2023/24) año de trabajo. Rep: repeticiones. En a) y b) cada número dentro de las celdas indica una variedad diferente de soja. 8 es el tratamiento control. En c) S: soja. T1 y T2 corresponden a las dos variedades de trigo. Relleno verde claro: tratamientos con herbicidas. Relleno verde oscuro: tratamientos sin herbicidas. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

ECUACIÓN 1 Modelo de un arreglo factorial en un diseño completamente aleatorizado.

$$y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

y_{ijkl} : Variable respuesta

μ : Media general

A: Efecto del i nivel del factor A

B: Efecto del j nivel del factor B

C: Efecto del k nivel del factor C

AB_{ij} : Efecto de la interacción entre el i nivel del factor A y el j nivel del factor B en su repetición I

AC_{ik} : Efecto de la interacción entre el i nivel del factor A y el k nivel del factor C en su repetición I

BC_{jk} : Efecto de la interacción entre el j nivel del factor B y el k nivel del factor C en su repetición I

ABC_{ijk} : Efecto de la interacción entre el i nivel del factor A, el j nivel del factor B y el k nivel del factor C en su repetición I

ε_{ijkl} : Error

6.3 Recolección de datos

A lo largo del ciclo de crecimiento del cultivo de soja, en los estadios V2, R1 y R8 (Fehr *et al.*, 1971), en cada unidad experimental se tomaron muestras de malezas y soja mediante un corte al ras, utilizando un marco de hierro rectangular con área de 0.25 m² para delimitar el tamaño de la muestra. Se determinó la cantidad de individuos de malezas

presentes y, posteriormente, las muestras fueron llevadas a una estufa a una temperatura de 65 °C hasta peso constante para luego determinar la materia seca aérea (MSA, g.m⁻²) utilizando balanza de precisión. También se aplicó, simultáneamente, el mismo procedimiento en los primeros dos momentos fenológicos mencionados para obtener MSA de soja en cada una de las estaciones de muestreo.

Una vez alcanzada la madurez fisiológica del cultivo, se cosecharon manualmente plantas de soja a lo largo de 2 metros lineales por estación de muestreo, se trillaron las muestras con una trilladora estática, y se recolectaron los granos para luego determinar la productividad en grano (g.m⁻²). Se cuantificó la humedad de los mismos mediante un higrómetro, y posteriormente se ajustaron los valores a un 13% de humedad.

6.4 Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron procesados mediante un análisis de varianza con modelos lineales generales y mixtos usando el software Navure (Navure, 2023), de acuerdo al diseño correspondiente. Las medias de los tratamientos se compararon con el test DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves, 2002). Además, se realizó un análisis de correlación de Pearson para poder establecer relaciones entre las variables estudiadas.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Condiciones pluviométricas de la campaña

Durante el desarrollo de la presente tesis se registraron precipitaciones por debajo del promedio histórico. Entre diciembre de 2023 y mayo de 2024 se registró un valor acumulado de 547 mm, inferior al promedio de 696 mm obtenido para el mismo período en la década 2013-2023, según los datos tomados en la estación meteorológica de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino (Figura 2).

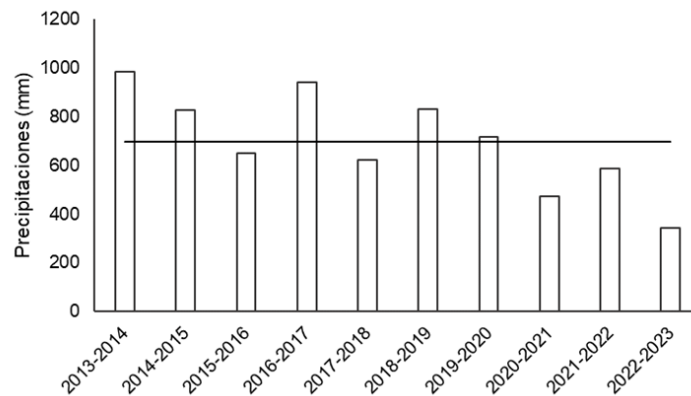


FIGURA 2 Precipitaciones registradas en los últimos diez años (en barras) y precipitaciones promedio (línea) en el período comprendido entre diciembre y mayo. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

7.2 Materia seca aérea y número de individuos de malezas

De acuerdo con los resultados obtenidos, en V2 del cultivo de soja se registraron diferencias significativas para la MSA de malezas en el empleo o no de herbicidas y en la interacción trigo*herbicida ($p < 0,05$). Así, se registraron medias de 19,92 y 10,44 g.m^{-2} de MSA de malezas para los tratamientos sin y con herbicidas, respectivamente (Figura 3). Además, los tratamientos con el antecesor Selenio sin herbicidas registraron la mayor MSA de malezas, con una media de 27,50 g.m^{-2} ; mientras que aquellos con los antecesores Favorito con y sin herbicidas y Selenio con herbicidas registraron la menor MSA de malezas, sin diferencias significativas entre sí, con un promedio de 11,07 g.m^{-2} . En relación al número de individuos de malezas, se registraron diferencias significativas en el empleo o no de herbicidas. Así, las medias resultantes de los tratamientos sin y con herbicidas fueron de 81 y 37 malezas. m^{-2} , respectivamente (Figura 3).

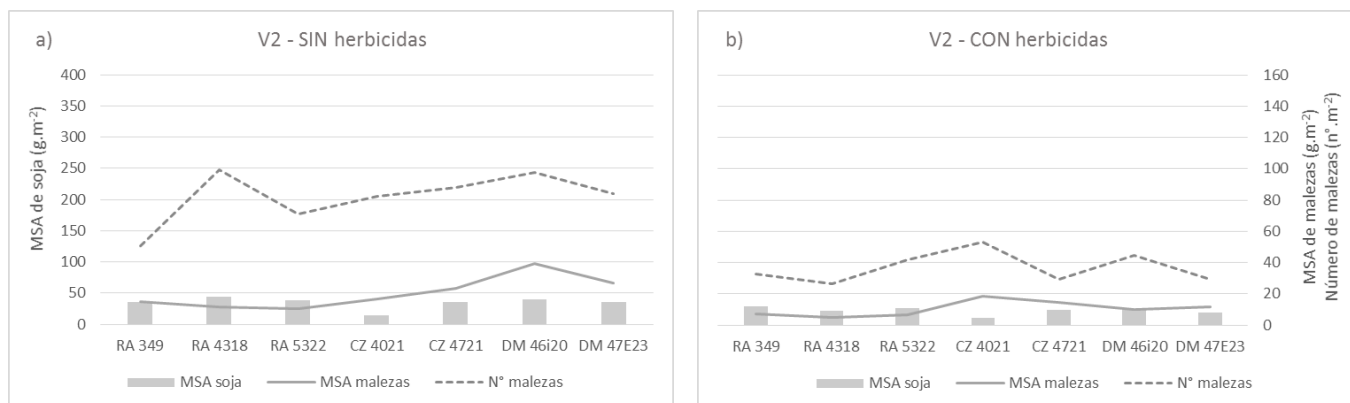


FIGURA 3 Materia seca aérea (MSA) de soja y de malezas y número (n°) de individuos de malezas en tratamientos definidos según la variedad antecesora de soja, SIN herbicidas (a) y CON herbicidas (b) en el estadio fenológico V2.

En R1 se registraron diferencias significativas para la MSA de malezas en el empleo o no de herbicidas ($p < 0,05$). Se obtuvieron medias de 115,08 y 5,66 g.m⁻² de MSA de malezas para los tratamientos sin y con herbicidas, respectivamente (Figura 4).

Respecto al número de individuos de malezas, se registraron diferencias significativas entre las variedades antecesoras de soja, en el empleo o no de herbicidas y en la interacción soja*herbicida ($p < 0,05$). En este sentido, los tratamientos con los antecesores RA 4318, DM 47E23 y RA 349 registraron la menor cantidad de malezas, sin diferencias significativas entre sí, con un promedio de 31 malezas.m⁻². Contrariamente, los tratamientos con los antecesores CZ 4721, RA 5322, DM 46i20 y CZ 4021 registraron la mayor cantidad de malezas, sin diferencias significativas entre estos, con un promedio de 70 malezas.m⁻². Las medias registradas de los tratamientos sin y con aplicación de herbicidas fueron de 83 y 23 malezas.m⁻², respectivamente (Figura 4). En la interacción soja*herbicida se observó que los tratamientos con los antecesores CZ 4021, DM 46i20, RA 5322 y CZ 4721 sin herbicidas registraron la mayor cantidad de malezas, sin diferencias significativas entre sí, con un promedio de 116 malezas.m⁻². Mientras que, los tratamientos de todas las variedades antecesoras con herbicidas y aquellos de los antecesores RA 349, RA 4318 y DM 47E23 sin herbicidas presentaron la menor cantidad de malezas, sin diferencias significativas entre sí, con un promedio de 27 malezas.m⁻².

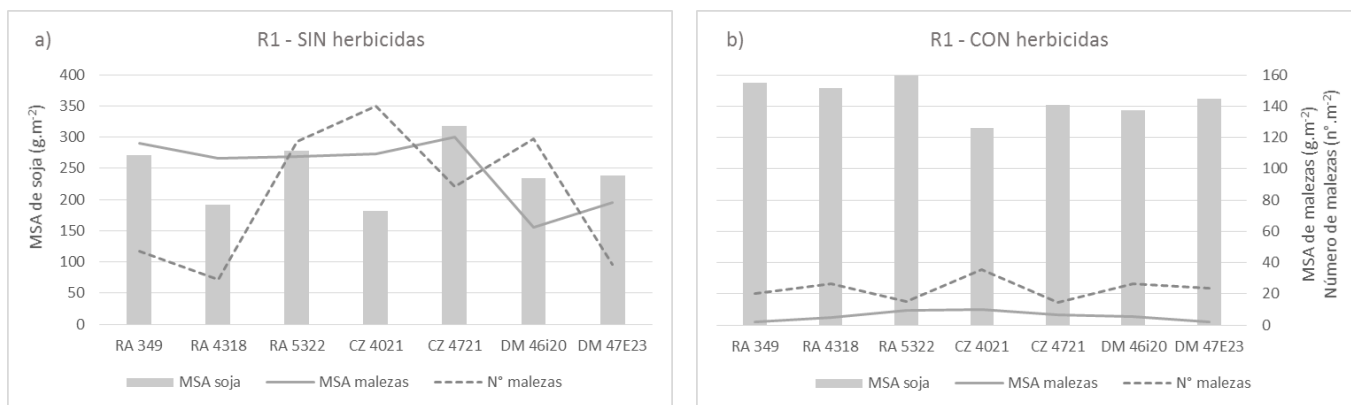


FIGURA 4 Materia seca aérea (MSA) de soja y de malezas y número (n°) de individuos de malezas en tratamientos definidos según la variedad antecesora de soja, SIN herbicidas (a) y CON herbicidas (b) en el estadio fenológico R1.

En R8 no se registraron diferencias significativas en ninguno de los factores de tratamiento evaluados ni en sus interacciones, tanto para la MSA como para el número de individuos de malezas. Se obtuvieron los siguientes promedios: 9,51 g.m⁻² de MSA de malezas, y 9 malezas.m⁻² (Figura 5).

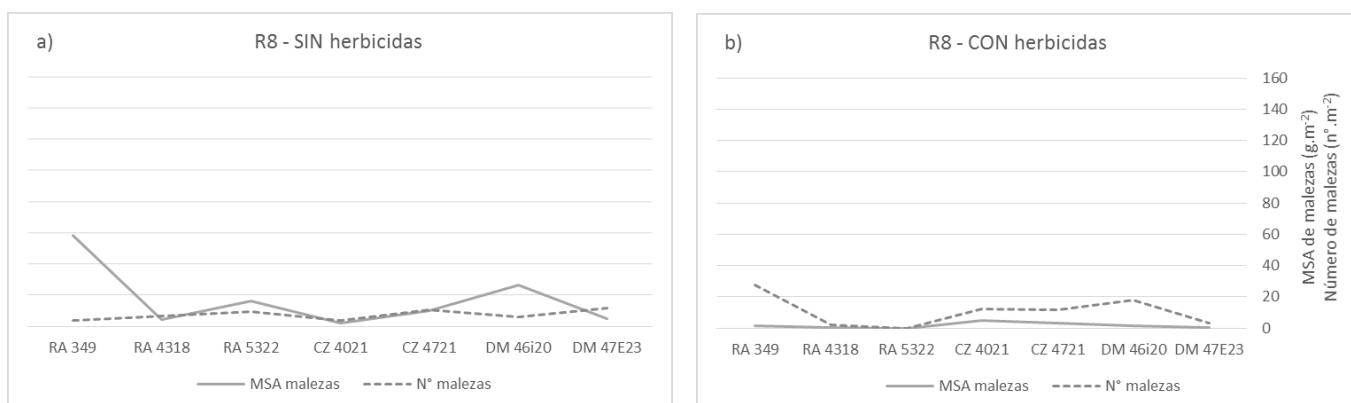


FIGURA 5 Materia seca aérea (MSA) y número (n°) de individuos de malezas en tratamientos definidos según la variedad antecesora de soja, SIN herbicidas (a) y CON herbicidas (b) en el estadio fenológico R8.

La aplicación de herbicidas fue el factor de tratamiento que mayor influencia tuvo sobre las variables MSA y número de individuos de malezas, fundamentalmente en los primeros estadios evaluados (Peer *et al.*, 2013), perdiendo importancia hacia las etapas finales del ciclo, de acuerdo con los registros del último muestreo. En los momentos en los que se observaron diferencias, los tratamientos con herbicidas siempre evidenciaron menor cantidad de MSA y número de individuos de malezas en comparación con los tratamientos no aplicados. Estos hallazgos están en línea con los reportados por Kumar *et al.* (2018), quienes observaron en todos los sectores donde hubo control químico una reducción

significativa en la materia seca de al menos tres especies de malezas en comparación con el tratamiento testigo. Resultados similares habían sido hallados por Reddy *et al.* (2003) en soja, donde señalaron que en todos los tratamientos donde se llevaron a cabo diferentes programas de control químico se registraron densidades de malezas significativamente menores en comparación con tratamientos no aplicados.

Por otro lado, en las subparcelas que recibieron el tratamiento herbicida, ambas variables exhibieron una merma sostenida con el avance del ciclo del cultivo, mientras que en los sectores no tratados las malezas cedieron recién en estadios reproductivos avanzados, exponiendo al cultivo a una alta competencia durante un mayor período de tiempo.

Si bien se observaron interacciones en los primeros momentos evaluados entre el uso o no de herbicidas y los genotipos antecesores, no se evidenciaron tendencias que sugieran la existencia de efectos concretos del uso de diferentes variedades antecesoras en la secuencia sobre la MSA y el número de individuos de malezas en el último cultivo de la secuencia.

7.3 Abundancia relativa de malezas

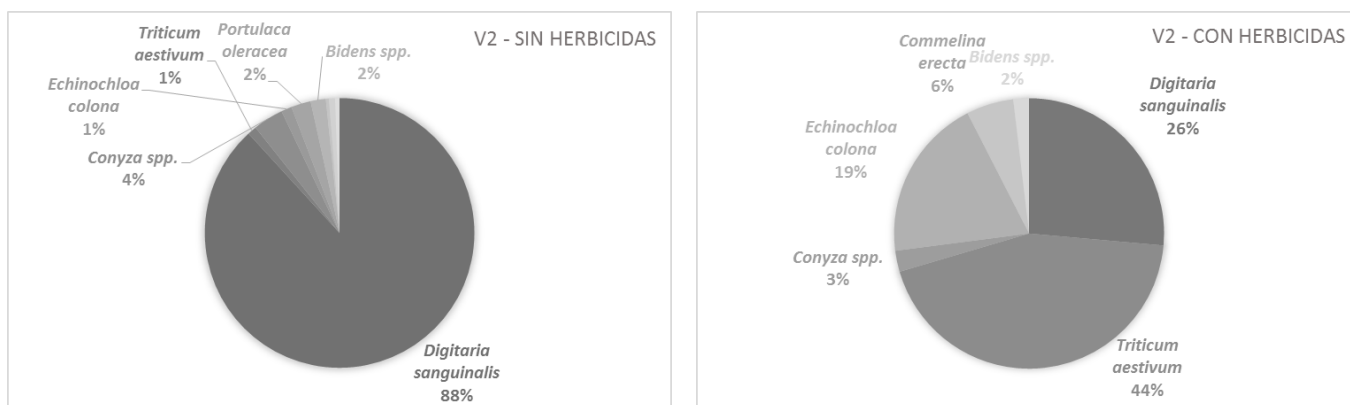


FIGURA 6 Porcentaje de individuos por especie de maleza relevados en tratamientos definidos según la aplicación (CON) o no (SIN) de herbicidas, en el estadio fenológico V2.



FIGURA 7 Porcentaje de individuos por especie de maleza relevados en tratamientos definidos según la aplicación (CON) o no (SIN) de herbicidas, en el estadio fenológico R1.



FIGURA 8 Porcentaje de individuos por especie de maleza relevados en tratamientos definidos según la aplicación (CON) o no (SIN) de herbicidas, en el estadio fenológico R8.

En función de las especies relevadas en los diferentes momentos de muestreo, se puede observar un gran predominio de gramíneas en todas las situaciones evaluadas (Figuras 6, 7 y 8). En este sentido, *Digitaria sanguinalis* se destacó ampliamente por su abundancia en los tratamientos no aplicados, principalmente en los primeros momentos evaluados; mientras que en los sectores con herbicidas su protagonismo estuvo mayormente disputado por la presencia de trigo guacho (*Triticum aestivum*), el cual fue ganando incidencia hacia el final del ciclo del cultivo. Asimismo, se observó una distribución más equitativa entre las especies en los primeros estadios, ocurriendo lo contrario en los sectores no tratados. Cabe destacar, además, la preponderancia del trigo antecesor como maleza en ambientes de menor presión competitiva.

7.4 Materia seca aérea de soja

En V2 del cultivo de soja se registraron diferencias significativas entre las variedades antecesoras de soja, entre las variedades antecesoras de trigo, en el empleo o no de herbicidas y en las interacciones soja*trigo y trigo*herbicida ($p < 0,05$). De esta manera, los tratamientos con el antecesor CZ 4021 registraron la menor cantidad de MSA de soja, con una media de $12,55 \text{ g.m}^{-2}$. Los tratamientos del resto de las variedades antecesoras de soja registraron la mayor cantidad de MSA, sin diferencias significativas entre sí, con un promedio de $31,24 \text{ g.m}^{-2}$. Los promedios de MSA de soja registrados en los tratamientos que tuvieron como antecesores de trigo a Favorito y Selenio fueron de $31,96$ y $25,17 \text{ g.m}^{-2}$, respectivamente. A su vez, las medias de los tratamientos sin y con herbicidas fueron de $34,66$ y $22,48 \text{ g.m}^{-2}$, respectivamente (Figura 3). En la interacción soja*trigo, los tratamientos con las secuencias antecesoras CZ 4021-Favorito, CZ 4021-Selenio, DM 46i20-Selenio y CZ 4721-Selenio registraron la menor cantidad de MSA de soja sin diferencias significativas entre estos, con un promedio de $16,99 \text{ g.m}^{-2}$. Los tratamientos del resto de las secuencias antecesoras registraron la mayor cantidad de MSA de soja sin diferencias significativas entre sí, con un promedio de $33,19 \text{ g.m}^{-2}$. En la interacción trigo*herbicida, los tratamientos con el antecesor Favorito sin herbicidas registraron la mayor cantidad de MSA de soja, con una media de $38,48 \text{ g.m}^{-2}$. Por el contrario, los tratamientos con Selenio en los sectores aplicados registraron la menor MSA de soja, con una media de $19,50 \text{ g.m}^{-2}$. Aquellos tratamientos con Selenio sin herbicidas y Favorito con herbicidas registraron valores intermedios, sin diferencias significativas entre sí, con un promedio de $28,14 \text{ g.m}^{-2}$.

En R1 se registraron diferencias significativas entre las variedades antecesoras de trigo, en el empleo o no de herbicidas y en las interacciones soja*herbicida y trigo*herbicida ($p < 0,05$). Así, se registraron medias de $328,55$ y $278,83 \text{ g.m}^{-2}$ de MSA de soja para los tratamientos con los antecesores Favorito y Selenio, respectivamente. Las medias de los tratamientos sin y con herbicidas fueron de $245,00$ y $362,38 \text{ g.m}^{-2}$ de MSA de soja, respectivamente (Figura 4). En la interacción soja*herbicida los tratamientos de todas las variedades con herbicidas y de CZ 4721 sin herbicidas registraron los mayores valores de MSA de soja, sin diferencias significativas entre sí, con un promedio de $356,88 \text{ g.m}^{-2}$. Contrariamente, los tratamientos del resto de las variedades antecesoras sin herbicidas

registraron la menor cantidad de MSA de soja, sin diferencias significativas entre estos, con un promedio de 232,76 g.m⁻². En la interacción trigo*herbicida se registró la mayor MSA de soja en los tratamientos con aplicación de herbicidas, mientras que en los sectores no aplicados se registraron diferencias significativas entre las variedades antecesoras. Así, las medias registradas en esta condición para los tratamientos con Favorito y Selenio fueron de 276,44 y 213,56 g.m⁻² de MSA de soja, respectivamente.

La aplicación de herbicidas fue un factor determinante durante la etapa vegetativa del cultivo al reducir la competencia por malezas, permitiendo de este modo que la soja haya alcanzado mayor producción de biomasa aérea (Acciaresi y Zuluaga, 2006; Butts *et al.*, 2017). Esto se debe a que las malezas compiten con el cultivo en etapas iniciales por recursos esenciales limitantes afectando seriamente su crecimiento (Singh y Kharwara, 1984). Asimismo, se evidenció durante el período vegetativo la influencia de las variedades antecesoras en la secuencia sobre la cantidad de MSA de soja. En este sentido, se encontraron diferentes respuestas de los tratamientos según el trigo antecesor, coincidentes en ambos momentos evaluados. Además, los registros al comienzo del período reproductivo revelaron que los tratamientos de una variedad antecesora de soja destacaron en los sectores sin herbicidas por presentar resultados similares a los tratamientos aplicados, lo cual podría atribuirse a la capacidad de dicha variedad para establecer condiciones más favorables para los cultivos sucesores durante su ciclo de crecimiento. Sin embargo, Kumar *et al.* (2018) afirman que un control efectivo de malezas mediante el uso de herbicidas sería el factor más importante para mejorar la productividad del cultivo de soja. Así, encontraron que la biomasa del cultivo fue mínima en los tratamientos enmalezados y aumentó considerablemente en los sectores tratados.

7.4 Productividad en grano

De acuerdo con los resultados obtenidos, no se registraron diferencias significativas en el efecto de las diferentes variedades antecesoras, tanto de soja como de trigo, sobre la productividad en grano del último cultivo de la secuencia. Así, se registró un promedio general de productividad en grano de 195,27 g.m⁻². Sin embargo, se registraron diferencias significativas en el empleo o no de herbicidas ($p < 0,05$), donde los tratamientos correspondientes a los sectores aplicados alcanzaron la mayor productividad en grano,

con una media de 259,18 g.m⁻² (Figura 9b). Por su parte, los tratamientos que no recibieron la aplicación de herbicidas registraron una media de 131,37 g.m⁻² (Figura 9a).

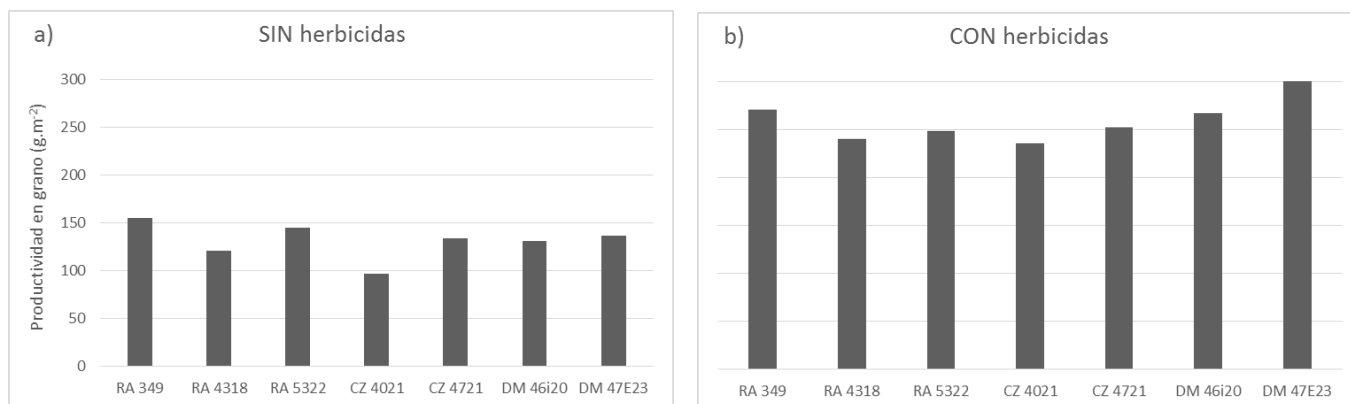


FIGURA 9 Productividad en grano (g.m⁻²) de soja en tratamientos definidos según la variedad antecesora de soja, SIN herbicidas (a) y CON herbicidas (b).

La productividad en grano registrada en los distintos tratamientos difiere significativamente sin y con presencia de malezas, determinado de manera exclusiva por la aplicación o no de herbicidas. Es decir, en última instancia todos los tratamientos necesitaron el control de malezas para mejorar su desempeño (Oliveira *et al.*, 2017). Si las malezas no son controladas durante el período crítico de competencia del cultivo, puede haber una reducción significativa en el rendimiento, la cual puede variar según las especies presentes y el nivel de enmalezamiento (Kewat *et al.*, 2000; Sodangi *et al.*, 2006). En el estudio realizado por Kumar *et al.* (2018), el rendimiento en grano fue significativamente superior en los sectores donde se llevó a cabo el control químico de malezas, como resultado de la reducción de la competencia, favoreciendo al cultivo en la utilización de los recursos.

Las pérdidas de productividad en grano de los tratamientos que no recibieron herbicidas variaron entre el 37% y el 67% respecto a sus pares aplicados. Estas cifras concuerdan con el estudio previamente mencionado, en el cual las malezas redujeron el rendimiento de la soja en un 56% promedio de los tratamientos no controlados, donde crecieron junto al cultivo hasta la cosecha.

7.5 Análisis de correlación

Los resultados arrojados por el análisis de correlación de Pearson revelaron interacciones

significativas ($p < 0,05$) entre las variables estudiadas (Tablas 2 y 3).

La MSA de soja se relacionó negativamente con el número de individuos de malezas, de modo que, al aumentar la productividad vegetativa del cultivo disminuyó el número de individuos por unidad de superficie. Asimismo, la interacción entre la MSA de malezas y el número de individuos resultó positiva, es decir, ambas variables aumentaron o disminuyeron en el mismo sentido. Sin embargo, la correlación entre la MSA de soja y la MSA de malezas no fue significativa. Por su parte, las interacciones entre estas variables y la productividad en grano de soja fueron evaluadas para cada momento de muestreo. De esta forma, se hallaron correlaciones significativas y negativas entre la productividad en grano y ambas variables de malezas en los primeros momentos evaluados. Estas mismas interacciones no fueron significativas hacia fin de ciclo. A su vez, la correlación entre la productividad en grano y la MSA de soja resultó significativa y positiva únicamente en el segundo momento.

TABLA 2 Análisis de correlación general entre las variables materia seca aérea (MSA) de soja y de malezas y número (n°) de individuos de malezas. Valor $p < 0,05$ indica diferencias significativas. Coeficiente de Pearson negativo indica interacción negativa (cuando aumenta una variable, la otra disminuye).

Variable (1)	Variable (2)	Pearson	p-valor
MSA mal (g.m^{-2})	MSA soja (g.m^{-2})	0,05	0,5211
MSA mal (g.m^{-2})	n° mal. m^{-2}	0,49	<0,0001
MSA soja (g.m^{-2})	n° mal. m^{-2}	-0,18	0,0225

TABLA 3 Análisis de correlación por momento de muestreo entre la productividad en grano (Rto soja) y las variables materia seca aérea (MSA) de soja y de malezas y número (n°) de individuos de malezas. Valor $p < 0,05$ indica diferencias significativas. Coeficiente de Pearson negativo indica interacción negativa (cuando aumenta una variable, la otra disminuye).

		1er momento		2do momento		3er momento	
Variable (1)	Variable (2)	Pearson	p-valor	Pearson	p-valor	Pearson	p-valor
Rto soja	MSA mal (g.m^{-2})	-0,25	0,0199	-0,62	<0,0001	-0,09	0,4363
Rto soja	MSA soja (g.m^{-2})	-0,09	0,4265	0,64	<0,0001	-	-
Rto soja	n° mal. m^{-2}	-0,36	0,0008	-0,42	0,0001	0,12	0,2735

Estos resultados demuestran que las subparcelas que tuvieron un menor nivel de enmalezamiento debido al tratamiento herbicida registraron un mayor desarrollo vegetativo del cultivo, el cual se vio favorecido en la utilización de los recursos por la reducción de la competencia durante gran parte de su ciclo de crecimiento, dando lugar finalmente a una mayor productividad en grano. Un hallazgo similar fue documentado por

Sepat *et al.* (2017), quienes determinaron una correlación negativa entre el rendimiento en grano y la densidad y biomasa de malezas a 60 días después de la siembra en el cultivo de soja. Asimismo, Soliman *et al.* (2015) reportaron una correlación significativa y negativa entre el rendimiento en grano de soja y el peso seco de malezas gramíneas y latifoliadas, afirmando que el control oportuno de malezas juega un rol fundamental en el incremento de la productividad por unidad de superficie del cultivo de soja.

8. CONCLUSIONES

Los hallazgos resultantes de esta investigación sugieren que, más allá de la influencia parcial de las variedades antecesoras de soja y trigo en los primeros momentos evaluados sobre la producción de materia seca aérea del último cultivo de la secuencia, y excepcionalmente sobre el número de individuos de malezas a comienzos de la floración, tal efecto no trasciende a la productividad en grano registrada. De esta manera, bajo las circunstancias de este experimento, no es posible afirmar con certeza que existan ciertas combinaciones entre los genotipos estudiados antecesores en la secuencia soja-trigo/soja que por capacidades intrínsecas de enfrentar condiciones competitivas frente a la presencia de malezas transmitan este efecto en el tiempo influyendo en el rendimiento del último cultivo. Así, es necesario seguir estudiando este tipo de interacciones en donde se podrían incluir otros genotipos, explorar entre los distintos grupos de madurez, y también teniendo en cuenta estudios con malezas específicas.

De esta manera, de acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, se acepta parcialmente la primera hipótesis (que planteaba que la combinación de diferentes genotipos antecesores en la secuencia considerada disminuiría la cantidad de materia seca aérea y el número de individuos de malezas en el último cultivo), dado que se evidenciaron respuestas de naturaleza esporádica en determinados momentos del ciclo. Por último, se rechaza la segunda hipótesis, la cual enunciaba que la combinación de diferentes genotipos antecesores en la secuencia considerada aumentaría la productividad en grano del último cultivo.

9. REFERENCIAS

- Acciaresi, H. A., Lavezzari, D. y Principiano, M. 2019. Distribución y abundancia de malezas resistentes y tolerantes a herbicidas en el noroeste de la provincia de Buenos Aires. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12123/4790>.
- Acciaresi, H. A. y Principiano, M. 2020. Estado de situación del uso de herbicidas en cultivos extensivos agrícolas de la región norte de la provincia de Buenos Aires. Web EEA INTA Pergamino. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12123/7146>.
- Acciaresi, H. A. y Zuluaga, M. S. 2006. Effect of plant row spacing and herbicide use on weed aboveground biomass and corn grain yield. *Planta Daninha*, 24, 287-293.
- 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(3), 239-248.
- Beckie, H. J., Ashworth, M. B. y Flower, K. C. 2019. Herbicide resistance management: Recent developments and trends. *Plants*, 8(6), 161.
- Bertholdsson, N. O. 2005. Early vigour and allelopathy – two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness against weeds. *Weed Research*, 45(2), 94-102.
- Bertholdsson, N. O. 2011. Use of multivariate statistics to separate allelopathic and competitive factors influencing weed suppression ability in winter wheat. *Weed Research*, 51(3), 273-283.
- Bianchi, M. A., Fleck, N. G. y Federizzi, L. C. 2006. Características de plantas de soja que conferem habilidade competitiva com plantas daninhas. *Bragantia*, 65(4), 623-632.
- Butts, T. R., Miller, J. J., Pruitt, J. D., Vieira, B. C., Oliveira, M. C., Ramirez, S. y Lindquist, J. 2017. Light quality effect on corn growth as influenced by weed species and nitrogen rate. *Journal of Agricultural Science*, 9(1), 15-27.

- Calderón, M. 2013. Evaluación de la respuesta de malezas a la aplicación de glifosato en un cultivo de soja (*Glycine max*) en Victoria, Entre Ríos. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-respuesta-malezas-soja.pdf>
- Callaway, M. B. 1992. A compendium of crop varietal tolerance to weeds. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7(4), 169-180.
- CASAFE. 2014. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Estadísticas. Disponible en: <https://www.casafe.org/pdf/2018/ESTADISTICAS/Informe-Mercado-Fitosanitarios-2014.pdf>.
- Cena, M. E. y Acciaresi, H. A. 2018. Vigor inicial de variedades de trigo y su relación con la capacidad supresiva de malezas. *Revista Tecnología Agropecuaria*, 10(36), 48-50.
- Coleman, R. D., Gill, G. S. y Rebetzke, G. J. 2001. Identification of quantitative trait loci for traits conferring weed competitiveness in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, 52(12), 1235-1246.
- Di Rienzo, J. A., Guzmán, A. W. y Casanoves, F. 2002. A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 7, 129-142.
- Didon, U. M. E. 2002. Variation between Barley Cultivars in Early Response to Weed Competition. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188(3), 176-184.
- Fehr, W. R., Caviness, C. E., Burmood, D. T. y Pennington, J. S. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine Max* (L.) Merrill. *Crop Science*, 11(6), 929-931.
- Gaines, T. A., Duke, S. O., Morran, S., Rigon, C. A., Tranel, P. J., Küpper, A. y Dayan, F. E. 2020. Mechanisms of evolved herbicide resistance. *Journal of Biological Chemistry*,

295(30), 10307-10330.

- Ghersa, C. M. y Ferraro, D. O. 2012. Algunos aspectos acerca de la aparición de resistencia a herbicidas en poblaciones de malezas. *Revista Especial de Aapresid*.
- Goldberg, D. E. 1990. Components of resource competition in plant communities. In *Perspectives on Plant Competition* (Grace, J.B. y Tilman, D., eds.). San Diego, CA, USA: Academic Press, 27-45.
- Grace, J. B. 1990. On the relationship between plant traits and competitive ability. In *Perspectives on Plant Competition* (Grace, J.B. y Tilman, D., eds.). San Diego, CA, USA: Academic Press, 51-66.
- Grime, J. P. 2001. *Plant Strategies: Vegetation Processes and Ecosystem Properties*, 2nd edn. Wiley, New York, NY, USA.
- Guglielmini, A. C., Batlla, D. y Benech Arnold, R. L. 2003. Bases para el control y manejo de malezas.
- Guglielmini, A. C., Kruk, B. C. y Satorre, E. H. 2015. Un enfoque funcional al análisis de los cambios en las comunidades de malezas de los sistemas agrícolas extensivos de la región pampeana. *Agronomía y Ambiente*, 35(2).
- Huel, D. G. y Hucl, P. 1996. Genotypic variation for competitive ability in spring wheat. *Plant Breeding*, 115(5), 325-329.
- Jannink, J. L., Orf, J. H., Jordan, N. R. y Shaw, R. G. 2000. Index selection for weed suppressive ability in soybean. *Crop Science*, 40(4), 1087-1094.
- Kewat, M. L., Jitendra Pandey, J. P., Yaduraju, N. T. y Kulshrestha, G. 2000. Economic and eco-friendly weed management in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Indian Journal of Weed Science*, 32(3/4), 135-139.

- Kropff, M. J., Bastiaans, L. y Lotz, L. A. P. 1997. Enfoques de Sistemas en el Manejo de Malezas y el Diseño de Variedades de Cultivo Inhibidoras de Malezas. *Universidad Agrícola de Wageningen, Departamento de Producción Teórica y Ecología Productiva. Holanda*, 93-108.
- Kumar, S., Rana, M. C., Rana, S. S. y Sharma, A. 2018. Effect of propaquizafop alone and in mixture with other herbicides on weed dry weight, and growth and yield of soybean. *Journal of Crop and Weed*, 14(2), 149-153.
- Lemerle, D., Verbeek, B., Cousens, R. D. y Coombes, N. E. 1996. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Research*, 36(6), 505-513.
- Menalled, F. D. 2010. Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas. *Agroecología*, 5, 73-78.
- Navure Team. 2023. Navure (2.7.1): A data-science-statistic oriented application for making evidence-based decisions. URL: <http://www.navure.com>
- Neve, P., Barney, J. N., Buckley, Y., Cousens, R. D., Graham, S., Jordan, N. R. ... y Williams, M. 2018. Reviewing research priorities in weed ecology, evolution and management: a horizon scan. *Weed Research*, 58(4), 250-258.
- Oliveira, M. C., Feist, D., Eskelsen, S., Scott, J. E. y Knezevic, S. Z. 2017. Weed control in soybean with preemergence- and postemergence-applied herbicides. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 3(1), 1-7.
- Papa, J. C., Tuesca, D., Ponsa, J. C. y Picapietra, G. 2012. Confirmación de la resistencia a glifosato en un biotipo de raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) del noreste de la Provincia de Buenos Aires. *Jornadas Fitosanitarias Argentinas (14., 2012, San Luis, AR). Actas*, 1, 227.
- Papa, J. C. y Tuesca, D. 2013. Los problemas actuales de malezas en la región sojera

núcleo argentina: origen y alternativas de manejo. *Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables*, 59-74.

Peer, F. A., Hassan, B., Lone, B. A., Qayoom, S., Ahmed, L., Khanday, B. A., Singh, P. y Singh, G. 2013. Effect of weed control methods on yield and yield attributes of soybean. *African Journal of Agricultural Research*, 8(48), 6135-6141.

Peterson, M. A., Collavo, A., Ovejero, R., Shivrain, V. y Walsh, M. J. 2018. The challenge of herbicide resistance around the world: a current summary. *Pest Management Science*, 74(10), 2246-2259.

Petit, S., Boursault, A., Le Guilloux, M., Munier-Jolain, N. y Reboud, X. 2011. Weeds in agricultural landscapes. A review. *Agronomy for sustainable development*, 31(2), 309-317.

Place, G. T., Reberg-Horton, S. C., Dickey, D. A. y Carter, Jr. T.E. 2011. Identifying soybean traits of interest for weed competition. *Crop Science*, 51(6), 2642-2654.

Rebetzke, G. J. y Richards, R. A. 1999. Genetic improvement of early vigour in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 50(3), 291-302.

Rebetzke, G. J., Botwright, T. L., Moore, C. S., Richards, R. A. y Condon, A. G. 2004. Genotypic variation in specific leaf area for genetic improvement of early vigour in wheat. *Field Crops Research*, 88(2-3), 179-189.

Reddy, K. N., Zablotowicz, R. M., Locke, M. A. y Koger, C. H. 2003. Cover crop, tillage, and herbicide effects on weeds, soil properties, microbial populations, and soybean yield. *Weed Science*, 51(6), 987-994.

REM. 2025. Red de manejo de plagas, AAPRESID. Disponible en: <https://aapresid.org.ar/rem/malezas#monitoreo>

Satorre, E. H. 2011. Recent changes in Pampean agriculture: possible new avenues in

coping with global change challenges. *Crop Stress Management and Global Climate Change*, 47-57.

Sepat, S., Thierfelder, C., Sharma, A. R., Pavuluri, K., Kumar, D., Iqbal, M. A. y Verma, A. 2017. Effects of weed control strategy on weed dynamics, soybean productivity and profitability under conservation agriculture in India. *Field Crops Research*, 210, 61-70.

Singh, K. K. y Kharwara, P. C. 1984. Comparative efficiency of some herbicides in controlling weeds in pure stand of soybean. *Proc. Annual Weed Science Conference. Indian Society of Weed Science*, pp. 35-36.

Sodangi, I. A., Gworgwor, N. A. y Joshua, S. D. 2006. Effects of weed interference and inter-row spacing on productivity of soybean (*Glycine max* (L) Merrill) in Maiduguri, Nigeria. *Nigerian Journal of Weed Science*, 19, 33-40.

Soliman, I. E., Morsi, A. R. y Khaffagy, A. E. 2015. Effect of competitive abilities of some soybean genotypes, plant densities and weed control treatments on soybean (*Glycine max* L.) and its associated weeds. *Journal of Plant Production*, 6(8), 1413-1429.

Trezzi, M. M., Balbinot, Jr. A. A., Benin, G., Debastiani, F., Patel, F. y Miotto, Jr. E. 2013. Competitive ability of soybean cultivars with horseweed (*Conyza bonariensis*). *Planta Daninha*, 31(3), 543-550.

Upadhyaya, M. K. y Blackshaw, R. E. 2007. Non-chemical Weed Management: Synopsis, Integration and the Future. In *Non-Chemical Weed Management* (Upadhyaya, M.K. y Blackshaw, R.E., eds.). Oxfordshire, UK: CAB International 2007, 201-209.

Vandeleur, R. K. y Gill, G. S. 2004. The impact of plant breeding on the grain yield and competitive ability of wheat in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55(8), 855-861.

Violle, C., Navas, M. L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I. y Garnier, E. 2007. Let the concept of trait be functional. *Oikos*, 116(5), 882-892.

Vitta, J., Tuesca, D. y Puricelli, E. 2002. El uso masivo de glifosato en la región: ¿Hay una disminución en la diversidad de malezas? *Revista Agromensajes*, (9).

Zerner, M. C., Gill, G. S. y Vandeleur R. K. 2008. Effect of Height on the Competitive Ability of Wheat with Oats. *Agronomy Journal*, 100(6), 1729-1734.