

Habilidad competitiva de verdeos de invierno frente a *Raphanus sativus*

Carretto, L.M.¹; Dietz, J.I.^{1,2}; Da Silva, L.V.^{1,2}

¹EEA INTA Bordenave. Ruta 76 km 36. Bordenave, Buenos Aires, Argentina / ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Argentina

*carretto.luis@inta.gob.ar

Citar como: Carreto et al. (2024) Habilidad competitiva de verdeos de invierno frente a *Raphanus sativus*. *Malezas* 11, 20-31



RESUMEN

El empleo de cultivos competitivos surgió como una alternativa en el control de malezas ante las presiones económicas y sociales actuales. El objetivo del trabajo fue determinar si existen diferencias en la habilidad competitiva de especies comúnmente utilizadas como verdeos de invierno (VI) y conocer el impacto del momento de siembra en relación con la emergencia de las malezas. Se evaluaron cuatro especies de VI (avena, cebada forrajera, triticale y centeno) en distintos niveles de competencia (CP) con *Raphanus sativus*, en tres fechas de siembra: 5 días antes, el mismo día y 5 días después de la siembra de los verdeos (R1, R2 y R3 respectivamente), dejando un testigo de VI sin competencia. En macollaje y floración, se midieron la altura (Alt) y la producción de materia seca (MS) y se calculó el índice de agresividad (IA) en función de ambos parámetros. Se observaron diferencias en Alt y MS a nivel de VI y CP. En macollaje, centeno y cebada acumularon entre 37 y 48% más de MS que triticale y avena. En cuanto al IA Alt, no hubo diferencias en macollaje, mientras que en floración fue mayor en centeno. Cebada y avena tuvieron valores positivos de IA Alt y triticale negativos. El IA MS fue mayor en centeno y cebada mostrando, estas especies, mayor capacidad supresora. Los IA en ambas variables fueron significativamente mayores en R3 y R2. Estos resultados demuestran la influencia significativa del crecimiento de los diferentes cultivos de cobertura en la competencia con *Raphanus sativus*, reflejada a través de cambios en el Índice de Agresividad (IA). Además, hubo un claro efecto del momento de siembra de la especie competidora. Esto brinda herramientas útiles para el manejo de malezas, resultando en un claro ejemplo de manejo integrado combinando fecha de siembra del cultivo relativa a la emergencia de malezas y especies de CC competitivas.

Palabras clave: centeno, cebada forrajera, supresión de malezas, crucíferas, manejo integrado

ABSTRACT

The use of competitive crops has emerged as an alternative in weed control in the face of current economic and social pressures. The aim of the work was to determine if there are differences between species commonly used as winter forage cereals (VI) in competitive ability and to know the impact of sowing time in relation to weed emergence. Four VI species were evaluated (oats, forage barley, triticale and rye); at different levels of competition (CP) with *Raphanus sativus*, as a reference for cruciferous weeds, sown on three dates: 5 days before, the same day and 5 days after sowing the greens (R1, R2 and R3 respectively), leaving a VI control without competition. Height (Ht) and shoot dry matter (DM) were measured in tillering and flowering, and the aggressiveness index (AI) was calculated based on both parameters. Differences in Ht and MS were observed at the level of VI and CP. In tillering, rye and barley accumulated between 37 and 48% more dry matter than triticale and oats. In AI Ht, there were no differences in tillering, while in flowering it was greater in rye. Barley and oats also had positive values, while in triticale it was negative. The IA MS was higher in rye and barley, these species showing greater suppressive capacity. The AIs in both variables were significantly higher in R3 and R2. These results demonstrate the significant influence of the different growth of cover crops in the competition with *Raphanus sativus*, reflected through distinctive changes in the Aggressiveness Index (AI), in addition, a clear effect of the planting time of the competing species. This provides useful tools for weed control, resulting in a clear example of integrated management combined with sowing date relative to the emergence of weeds and competitive species.

Keywords: rye, barley, brassicaceae weed, integrated management

INTRODUCCIÓN

Los verdes de invierno son principalmente especies gramíneas anuales, de ciclo otoño-invierno-primaveral cultivados con el objetivo de generar una alta producción de forraje de buena calidad en un corto período de tiempo (Porta Siota *et al.*, 2021). Las especies más utilizadas son avena (*Avena sativa* L.), centeno (*Secale cereale* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.) y triticale (*x Triticosecale* Wittmack). La importancia de los verdes de invierno en la Argentina se ve reflejada en la superficie sembrada, que fue de 1.475.445 ha para avena y 886.967 ha de centeno en la campaña 2022/23 (MAGyP, 2023), destacándose como los cereales forrajeros más importantes del país. Además de su importancia en la alimentación animal, pueden destinarse a la producción de granos, y, en los últimos años, se ha popularizado su uso como cultivos de servicio o cobertura, en reemplazo de los barbechos tradicionales previos a cultivos estivales. En estos sistemas cumplen un importante rol en el control de las poblaciones de malezas a través de la reducción de la competencia por recursos aéreos y subterráneos (Reddy, 2001; Barbieri, 2002; Scianca *et al.*, 2007; Baigorria, 2021; Porta, 2021), además de favorecer el balance de carbono, prevenir la erosión y la lixiviación de nutrientes (Ruffo & Parsons, 2004).

En la Argentina, las malezas pertenecientes a la familia de crucíferas (o *Brassicaceae*) han adquirido importancia en el manejo de cultivos a nivel nacional debido a los numerosos reportes de resistencia, principalmente, en el sur de la provincia de Buenos Aires, aunque también en el sur de Santa Fe, en Entre Ríos, Tucumán y el centro de Córdoba (Aapresid, 2019). En el sudoeste bonaerense, las especies de los géneros *Sisymbrium*, *Rapistrum* e *Hirschfeldia*, conocidos como “mostacillas”, son importantes malezas de cultivos invernales como trigo, cebada y verdes (Prina, 1995). Actualmente, existen reportes de poblaciones de *Brassica napus* L. resistentes a glifosato (Pandolfo *et al.*, 2016) y de *Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.-

Foss resistentes a metsulfuron-metil y a 2,4-D (Vigna & Mendoza, 2015; Vigna *et al.*, 2017), por lo que estas especies resultan ser unas de las malezas resistentes más problemáticas de esa región (Doeyo, 2020).

El manejo de los verdes de invierno no difiere, en general, entre las distintas especies y, en cuanto al control de malezas, la decisión depende de cuál será el destino. Cuando se destina a consumo directo y el nivel de enmalezamiento es bajo, habitualmente no es necesario realizar controles. Pero en situaciones donde la presencia de malezas dificulta su aprovechamiento o en cultivos destinados a cosecha, es necesario recurrir a las diferentes alternativas de control (Perrachon, 2009). El control químico es el método más difundido en la actualidad por su simplicidad, efectividad y asequibilidad. Si bien, los principios activos y estrategias no difieren para las distintas especies utilizadas como verdes y suelen ser similares a aquellos utilizados en trigo, en algunos casos como en el cultivo de avena se requiere especial atención ya que la disponibilidad de principios activos registrados es menor. Sumado a esto, la pérdida de eficacia de los productos debido al desarrollo de mecanismos de resistencia en algunas malezas (Papa *et al.*, 2000; Díaz *et al.*, 2008 y Alcántara-de la Cruz, 2022) dificulta aún más el control y conduce a la búsqueda de alternativas. Además, la alerta sobre los efectos de los herbicidas en el ambiente y la salud humana (Nivia, 2000; Alonso *et al.*, 2018; Lupi *et al.*, 2019; Mas *et al.*, 2020; Basave, 2023) expone la necesidad de abordar este problema complejo desde otro enfoque, que resulte en la toma de decisiones e implementación de prácticas exitosas, considerando aspectos de la biología de las malezas, de las especies cultivadas y de sus interacciones.

Los métodos culturales implican diversas prácticas agronómicas diseñadas para crear un entorno favorable al desarrollo de la especie cultivada y contrario a las malezas, siendo una alternativa útil para el manejo de las malezas. Un ejemplo de manejo cultural es la elección de fechas de siembra que aseguren buena

disponibilidad hídrica y temperaturas para favorecer la rápida emergencia del cultivo y evitar temporalmente la competencia de malezas (Chantre *et al.*, 2013; Novelli & Campora, 2015; Damiani *et al.*, 2020). Otra herramienta útil para el manejo de las poblaciones de malezas es la elección de un cultivar con mayor habilidad competitiva que las malezas, en virtud a los atributos específicos de sus plantas. Si bien la capacidad competitiva de diferentes especies de cereales de invierno ha sido estudiada con anterioridad (Beres *et al.*, 2010; Kloster *et al.*, 2013; Carretto & Vigna, 2016; Reiss *et al.*, 2018), no se han investigado sus interacciones con fechas de siembra que promuevan la capacidad competitiva del cultivo, lo que resultaría en una importante herramienta de manejo integrado.

El objetivo del trabajo fue determinar si las especies comúnmente utilizadas como verdes de invierno difieren en su capacidad para competir contra las malezas, cuantificar su habilidad competitiva y conocer el impacto del momento de siembra con relación a la emergencia de las malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones generales del ensayo

El ensayo se llevó adelante en el campo de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Bordenave (37° 52' Lat. S; 63° 01' Long. O) durante el período comprendido entre abril y noviembre de 2022. Las precipitaciones acumuladas al 19/11/2022 alcanzaron los 556 mm, ocurriendo más del 60% entre los meses de enero y abril (Figura 1), por lo que las condiciones de humedad en el suelo no resultaron una limitante a la hora de la siembra e implantación de los cultivos que se realizó en la segunda quincena del mes de abril como se detallará más adelante.

En el experimento, la habilidad competitiva de los verdes fue testeada usando rábano forrajero (*Raphanus sativus* L), como maleza modelo (para simular la presencia de crucíferas), sembrado en tres momentos para evaluar el efecto de la emergencia relativa sobre la habilidad competitiva de los verdes. El diseño utilizado fue de parcelas divididas con tres repeticiones, siendo la parcela principal la especie, que incluyó cinco niveles, el rábano (El Cencerro CCS779) y los cuatro VI: avena (Elizabet INTA), cebada forrajera (Huilem INTA), triticale (Ona INTA), centeno (Don Tomaso INTA). La sub-parcela fue competencia (CP) considerando cuatro niveles de acuerdo al momento de siembra

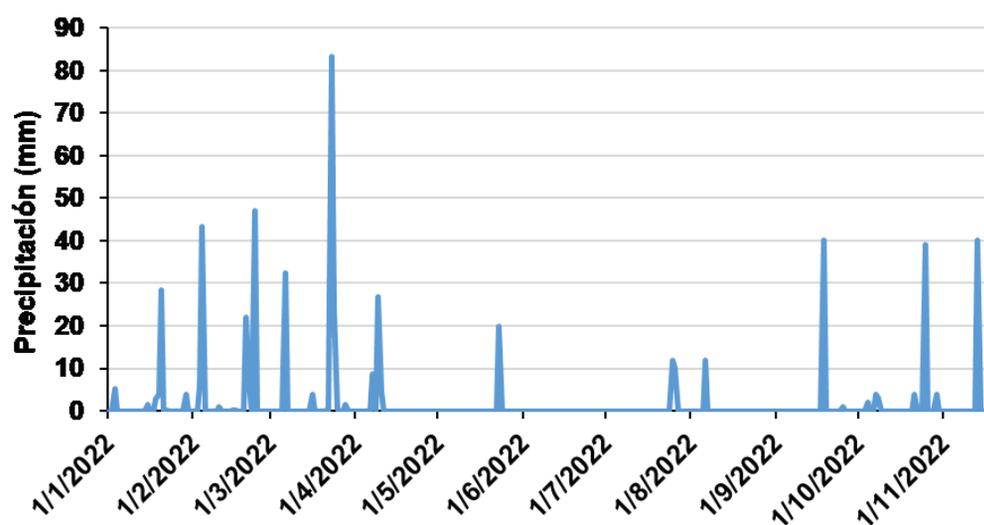


Figura 1. Precipitaciones registradas en la estación meteorológica EEA INTA Bordenave durante el período 01/01/2022 a 19/11/2022.



Ing. Agr. (Dr.) Juan Ignacio Dietz (CONICET)
Ing. Agr. Laura Da Silva (CONICET)

del rábano:

- Testigo, verdeos sin competencia de rábano (SR).
- **R1.** Competencia con rábano sembrado 5 días antes que los verdeos;
- **R2.** Competencia con rábano sembrado el mismo día que los verdeos; y
- **R3.** Competencia con rábano sembrado 5 días después que los verdeos.

Las parcelas principales fueron de 1 m de ancho por 10 m de largo. El rábano se sembró de manera transversal a los verdeos (Figura 2). Las fechas de siembra fueron el 18/04/2022 para R1, 23/04/2022 para VI y R2 y 28/04/2022 para R3. Las diferentes especies (VI y rábano) se sembraron a una densidad de 250 semillas viables m⁻² (dosis ajustada mediante test de germinación).

Las parcelas fueron fertilizadas a la siembra con 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N) en forma de urea y 50 kg ha⁻¹ de fósforo (P) como fosfato tricálcico. Se realizó una segunda fertilización nitrogenada en macollaje

(EC23) con 50 kg ha⁻¹ de N en forma de urea. Se efectuó el control de enfermedades e insectos con tratamientos químicos y el control de malezas se realizó mediante deshierbe manual para evitar los potenciales efectos negativos de los herbicidas en el desarrollo del cultivo.

Evaluaciones y análisis estadístico

En cada unidad experimental se realizaron mediciones para evaluar la altura (Alt) y producción de materia seca (MS) en

A lo largo del ciclo se observó una clara diferencia en altura, tanto en macollaje como en floración. El más alto fue centeno lo que resultaría en una característica específica de este cultivo.

<i>Avena SR</i>	<i>Cebada SR</i>	<i>Triticale SR</i>	<i>Centeno SR</i>	<i>Rábano</i>
<i>Avena + R1</i>	<i>Cebada+ R1</i>	<i>Triticale + R1</i>	<i>Centeno + R1</i>	R1
<i>Avena + R2</i>	<i>Cebada+ R2</i>	<i>Triticale + R2</i>	<i>Centeno + R2</i>	R2
<i>Avena + R3</i>	<i>Cebada+ R3</i>	<i>Triticale + R3</i>	<i>Centeno + R3</i>	R3



Figura 2. Esquema representativo de un bloque experimental con las especies (los verdes de invierno y el rábano) como parcela principal y los niveles de competencia como subparcelas: SR (sin rábano), R1= rábano sembrado 5 días antes que los verdes, R2= rábano sembrado el mismo día que los verdes y R3= rábano sembrado 5 días después que los verdes.

dos estados fenológicos de los verdes. La primera evaluación (C1) se realizó en macollaje (EC23 Zadoks *et al.*, 1974) y la segunda (C2) en floración (EC50 Zadoks *et al.*, 1974). Para la determinación de MS se cortó la biomasa aérea en una superficie de 0,3 m², se pesó la biomasa verde y una sub-muestra de 100 gr se colocó en estufa a 60°C por 72 hs. Luego se calculó la producción de MS en g m⁻². La altura se midió desde el cuello de la planta hasta la parte superior del dosel. El valor asignado a cada unidad experimental fue el promedio de tres mediciones realizadas sobre el surco central de cada parcela. Las muestras tomadas en las subparcelas en situación de competencia con el rábano fueron procesadas en laboratorio a fin de separar la biomasa de los verdes y del rábano, del cual también se determinó MS y Alt. Se calculó el índice de agresividad (IA) para los verdes, tanto en altura (IA Alt) como en biomasa (IA MS), utilizando la metodología propuesta por Satorre & Guglielmini (1990). Dicho índice permite cuantificar la capacidad supresora y/o tolerancia a la interferencia cuyos valores oscilan entre -1 (mínima) y 1 (máxima agresividad) dados por la ecuación:

$$A = \frac{(RRC - RRM)}{(RRC + RRM)}$$

Donde RRC y RRM son el cociente entre el parámetro evaluado de la especie creciendo en competencia y en monocultura para el cultivo y la maleza, respectivamente.

Los datos se analizaron mediante un

análisis de varianza (ANOVA) para parcelas divididas mediante el paquete estadístico Infostat (2009) y las medias se compararon mediante LSD ($p \geq 0.05$).

RESULTADOS

Altura y biomasa de verdes

Los resultados para la variable altura mostraron diferencias significativas a nivel de factores individuales, VI y CP, y para la interacción VI*CP solo en C1, mientras que en C2 solo hubo diferencias a en VI (Cuadro 1). En C1 la competencia de rábano implicó un aumento en la altura media de los verdes, principalmente cuando se retrasó la siembra de rábano en R2 y R3 (Cuadro 2). La altura del centeno fue significativamente mayor con respecto a los demás VI, con un promedio de 57 cm VI, y no hubo diferencias de altura entre las situaciones de competencia y el testigo, independientemente del momento de siembra de rábano. Mientras que la avena y el triticale fueron más altos en competencia con rábano, y la cebada se registró menor altura en R1 (32 cm), pero no hubo diferencias entre R2, R3 y T (Figura 3a).

En C2 hubo diferencias en altura entre los VI. Centeno fue significativamente más alto que el resto de los VI, con una media de 132 cm, seguido de triticale y cebada con 102 y 98 cm respectivamente, y superando todos a la avena que registró la menor altura media con 73 cm (Figura 3b).

Para la variable MS, hubo diferencias a nivel de VI y de CP tanto en C1 como en

Cuadro 1. Valor de p (ANOVA) para altura y biomasa aérea de verdeos y rábano (MS) en macollaje (C1) y floración (C2). VI= verdeos de invierno, CP=situación de competencia, ns= no significativo, * significativo ($p < 0,05$) y ** altamente significativo ($p < 0,0001$).

	Verdeos				Rábano			
	Altura C1	Altura C2	MS C1	MSC C2	Altura C1	Altura C2	MS C1	MS C2
VI	<0,0001**	<0,0001**	0,0001 *	0,0041 *	0,0069*	0,0309*	<0,0001**	<0,0001**
CP	0,013*	0,8291 ns	0,0127 *	<0,0001 **	<0,0001**	0,0072*	<0,0001**	<0,0001**
VI*CP	0,0377*	0,4518 ns	0,8497 ns	0,2248 ns	0,167 ns	0,0935 ns	0,1143 ns	0,0034 *

Cuadro 2. Altura y biomasa aérea de verdeos y rábano (MS). Valores medios a nivel de competencia (CP) en macollaje (C1) y floración (C2). CP=situación de competencia, T=Testigo, R1=primera fecha de siembra de rábano, R2=segunda fecha de siembra de rábano y R3=tercera fecha de siembra de rábano. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

CP	Verdeos				Rábano			
	Altura (cm)		MS (gr m ⁻²)		Alt (cm)		MS (gr m ⁻²)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
T	37,5 B	100,8 A	250,0 A	1398,1 A	-	-	-	-
R1	40,4 AB	102,5 A	180,1 B	947,6 B	33,3 A	71,4 A	109,1 B	295,7 A
R2	41,9 A	100,3 A	179,4 B	868,9 B	34,5 A	68,3 A	175,4 A	170,2 B
R3	42,7 A	101,7 A	259,1 A	820,3 B	27,0 B	55,7 B	75,8 C	141,4 B

C2, en ambos cortes no hubo diferencias en la interacción VI*CP (Cuadro 1). La producción de MS en C1 fue mayor en centeno (298 g m⁻²), significativamente superior a triticale y avena, seguido de cebada (238 g m⁻²). La cebada se diferenció estadísticamente solo de la avena, cultivo que registró la menor producción de MS (151 gr m⁻²), pero no de triticale (181 g m⁻²), que ocupó el tercer lugar y no se diferenció estadísticamente de cebada y avena (Figura 3c). Las situaciones de competencia con rábano redujeron significativamente la producción media de MS de los verdeos en R1 y R2, pero en R3 fue igual a la media de los testigos (Cuadro 2).

En C2 a nivel de VI, al igual que C1, centeno y cebada fueron los de mayor producción de MS con 1171 y 1136 g m⁻² respectivamente superando a la avena (857 gr.m⁻²). El cultivar de triticale produjo 997 g m⁻² de MS y no se diferenció estadísticamente de los primeros (Figura 3d). A nivel de CP la presencia de rábano redujo significativamente la producción media de MS de los verdeos independientemente de la fecha de siembra (Cuadro 2).

Altura y biomasa de rábano

La variable Alt en rábano fue significativamente diferente a nivel VI y CP en C1 y C2 (Cuadro 1). En C1 la menor Alt de rábano se registró en competencia con centeno y cebada y fue de 28 y 30 cm respectivamente, mientras que, en las parcelas de avena y triticale la media no se diferenció estadísticamente del testigo de rábano en monocultura que fue de 35 cm (Figura 4a). En C2, al igual que en C1, la menor altura de rábano se registró en competencia con centeno y avena 56 y 58 cm respectivamente, la cual fue estadísticamente menor a la del testigo de rábano (70 cm), en el caso de avena y triticale no se diferenciaron de este último (Figura 4b). A nivel de CP se registró menor Alt media de rábano en R3, tanto en C1 como en C2, que fue de 27 y 56 cm respectivamente (Cuadro 2).

En la producción de MS de rábano en C1 se registraron diferencias altamente significativas a nivel de factores individuales VI y CP, pero no en la interacción VI*CP (Cuadro 1). La menor producción de MS de rábano en C1, se registró en competencia con

centeno (65 g m^{-2}) y cebada (92 g m^{-2}), ambos significativamente menores a los cultivos de avena, triticale y testigo de rábano, los cuales no se diferenciaron estadísticamente entre sí, con una producción de 132, 149 y 162 g m^{-2} de MS de rábano, respectivamente (Figura 4c). A nivel CP, en C1, la producción de MS de rábano fue menor en R3 con una media de 76 g m^{-2} (Cuadro 2). En C2 hubo diferencias significativas en la producción de MS de rábano a nivel de la interacción VI*CP (Cuadro 1). En las parcelas en competencia con avena y triticale se observó un claro efecto del momento de siembra, disminuyendo la MS de rábano a medida que se retrasó la fecha de siembra (R2 y R3). En cebada y centeno la producción de MS de rábano fue reducida independientemente del momento de siembra, siendo en estos

dos cultivos donde se registró la menor producción de MS de rábano, con una media de 58 g m^{-2} en cebada y 70 g m^{-2} en centeno (Figura 4d).

Índices de agresividad

En IA Alt no hubo diferencias, en C1, en ninguno de los niveles estudiados, pero si en C2 a nivel de VI y de CP (Cuadro 3). Los valores más altos de IA Alt se registraron en centeno (0,15) y cebada (0,09), significativamente mayores a triticale (-0,03) que registró el menor IA Alt, mientras que avena (0,05) no se diferenció estadísticamente de los demás VI (Figura 5b). A nivel de CP, el IA Alt fue mayor en R3 (0,17), siendo negativo en R1 (-0,09) (Cuadro 4).

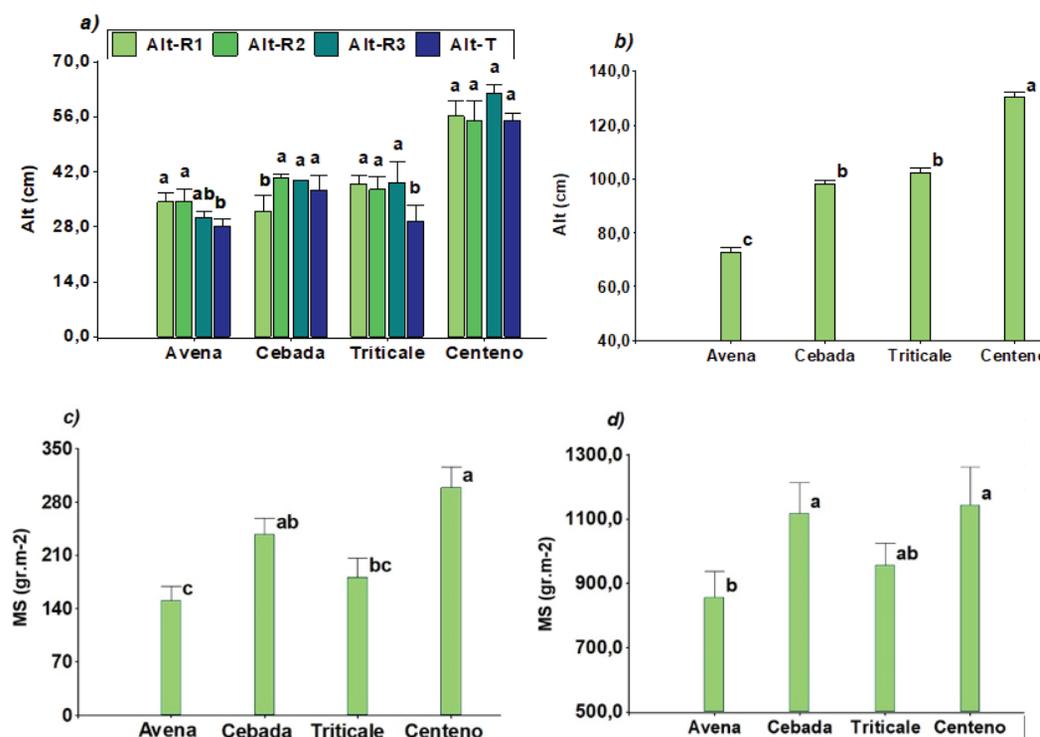


Figura 3. Altura (Alt) y producción de biomasa aérea (MS) de verdeos de invierno (VI). (a) Alt en C1 interacción VI*CP (Alt-R1=altura de VI en competencia con rábano sembrado 5 días antes, Alt-R2=altura de VI en competencia con rábano sembrado el mismo día y Alt-R3=altura de VI en competencia con rábano sembrado 5 días después que los verdeos), (b) Alt en C2, (c) MS en C1 y (d) MS en C2. CP=situación de competencia, C1=primer momento de evaluación (macollaje), C2=segundo momento de evaluación (floración), Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Medidas de dispersión corresponden al error estándar

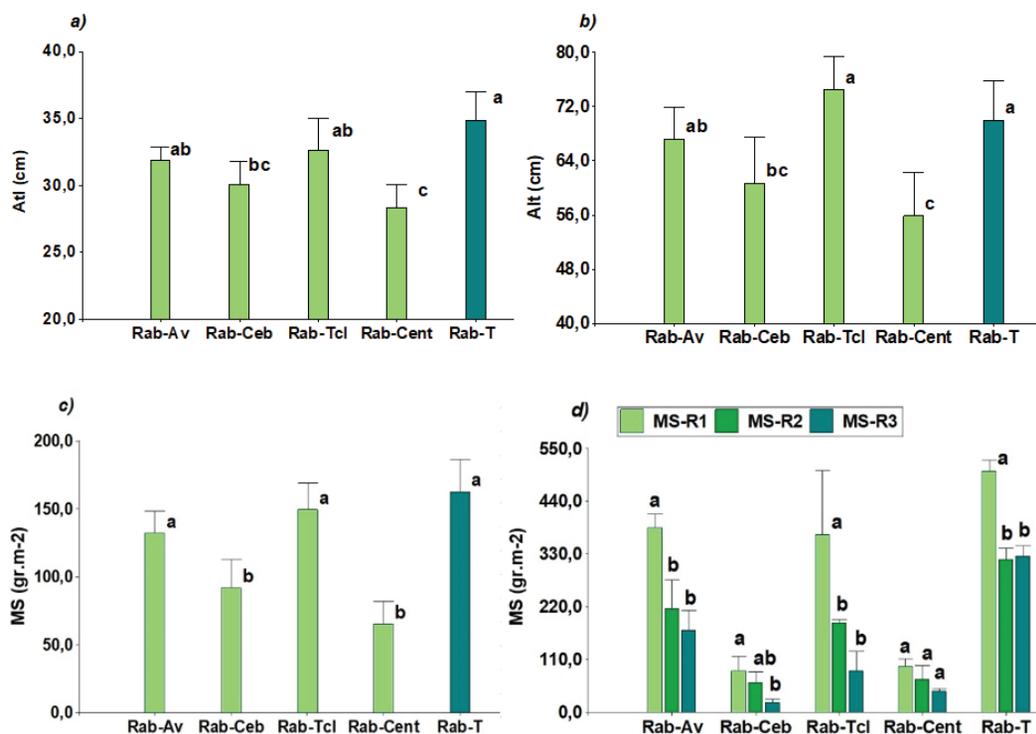


Figura 4. Altura (Alt) y producción de biomasa aérea (MS) de rábano. a) Alt en C1, (b) Alt en C2, (c) MS en C1 y (d) MS en C2 interacción VI*CP (MS-R1= MS de rábano sembrado 5 días antes que los VI, MS-R2=MS de rábano sembrado el mismo día que los VI, MS-R3=MS de rábano sembrado 5 días después de los VI, Rab-Av= rábano en competencia con avena, Rab-Ceb= rábano en competencia con cebada, Rab-Tcl= rábano en competencia con triticale, Rab-Cent= rábano en competencia con centeno y Rab-T= testigo de rábano en monocultura). VI=verdes de invierno, CP= situación de competencia, C1= primer momento de evaluación (macollaje), C2= segundo momento de evaluación (floración). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$). Medidas de dispersión corresponden al error estándar.

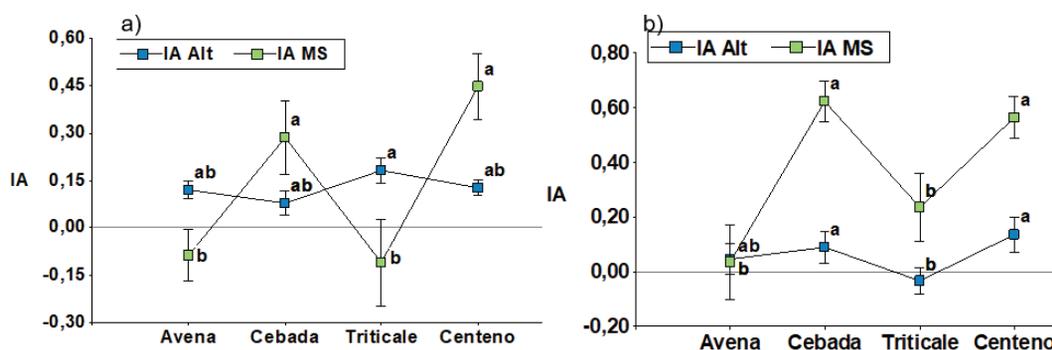


Figura 5. Índices de agresividad altura (IA Alt) y materia seca (IA MS) de verdes de invierno. (a) Macollaje (C1) y (b) floración (C2). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$). Medidas de dispersión corresponden al error estándar.

Sector Manejo de Malezas EEA Bordenave



Sr. Miguel Meder, Sr. Fabio Elorriaga, Ing. Agr. (Msc) Mario Vigna



Ing. Arg. Luis M. Carretto

En el IA MS hubo diferencias a nivel de VI y CP en C1 y C2 (Cuadro 3). En ambos momentos de evaluación los valores más altos se observaron en centeno y cebada, 0,45 y 0,29 en C1 y 0,56 y 0,62 en C2 respectivamente (Figuras 5a y 5b), superando significativamente a la avena y el triticale, los cuales en C1 tuvieron valores de IA MS negativos, -0,09 y -0,08 respectivamente (Figura 5a), mientras que

en C2 los valores fueron positivos, 0,23 en triticale y 0,03 en avena (Figura 5b). A nivel CP, tanto en C1 como en C2 el IA MS fue mayor en R3, 0,49 y 0,56 respectivamente (Cuadros de invierno. (a) Macollaje (C1) y (b) floración (C2). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Medidas de dispersion corresponden al error estandar.

Cuadro 3. Valor de p (ANOVA) para índices de agresividad (IA) altura y biomasa aérea (MS) de verdeos de invierno en macollaje (C1) y floración (C2). VI=verdeos de invierno, CP=situación de competencia, ns=no significativo, * significativo ($p < 0,05$), ** altamente significativo ($p < 0,0001$).

CP	IA Altura		IA MS	
	C1	C2	C1	C2
VI	0,1403 ns	0,0473*	<0,0001**	0,0006*
CP	0,4567 ns	0,0004*	<0,0001**	0,0293*
VI*CP	0,4340 ns	0,1525 ns	0,7368 ns	0,8211 ns

Cuadro 4. Valores medios de índices de agresividad (IA) altura y biomasa aérea (MS) de verdeos de invierno a nivel de competencia en macollaje (C1) y floración (C2). CP=situación de competencia, R1=primera fecha de siembra de rábano, R2=segunda fecha de siembra de rábano y R3=tercera fecha de siembra de rábano. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

CP	IA Altura		IA MS	
	C1	C2	C1	C2
R1	0,12 a	-0,09 b	0,01 b	0,27 b
R2	0,15 a	0,11 a	-0,02 b	0,26 b
R3	0,11 a	0,17 a	0,49 a	0,56 a

DISCUSION

A lo largo del ciclo se observó una clara diferencia en altura, tanto en macollaje como en floración. El más alto fue centeno lo que resultaría en una característica específica de este cultivo. A su vez, en macollaje, se observó un incremento en la altura de avena y triticale en competencia con rábano, principalmente en R2 y R3. Esta respuesta competitiva se ha observado con anterioridad en especies herbáceas (Liira *et al.*, 2002), donde el incremento en altura en presencia de una mayor densidad de plantas vecinas sería consecuencia de cambios en el espectro lumínico que percibe la planta (Smith *et al.*, 1982; Patterson *et al.*, 1985). En el caso de rábano, la altura fue afectada negativamente por la competencia de centeno y cebada que mostraron los valores más altos de IA Alt en floración. Además,



Habilidad competitiva verdeos vs *Raphanus sativus*

este efecto se incrementó a medida que se retrasó la siembra de rábano respecto de los verdeos.

La producción de biomasa aérea a lo largo del experimento fue mayor en centeno y cebada, tanto en macollaje como en floración, y a su vez, en estas especies se observó una mayor supresión en la producción de biomasa de rábano que se tradujo en mayores índices de agresividad. También se observó un impacto del momento relativo de emergencia del cultivo respecto a las malezas, ya que al retrasar la fecha de siembra de rábano aumentó la capacidad de supresión por parte de los verdeos. Esto se observó en avena y triticale, lo cual se reflejó en los índices de agresividad que fueron mayores en R3. El mayor crecimiento que tendrían centeno y cebada estaría relacionado con la mayor capacidad de suprimir la habilidad competitiva frente a las malezas, lo cual resulta de gran importancia a fin de identificar aquellos cultivos más promisorios para su empleo en el manejo de malezas. El retraso de la emergencia relativa de las malezas incrementaría la habilidad competitiva de los verdeos. En este sentido, resultaría de gran utilidad el uso de modelos predictivos para anticipar la siembra de los cultivos a la emergencia de las malezas y aumentar así la habilidad de competir por los recursos. Bertholdsson (2005, 2011) y Andrew *et al.* (2015) reportaron resultados similares a los presentados. La mayor capacidad de producir biomasa aérea, sobre todo en etapas tempranas de crecimiento, puede actuar favorablemente incrementando la competencia de los verdeos sobre las malezas sobre todo si estas emergen simultáneamente o después que el cultivo.

Las diferentes dinámicas de crecimiento de los verdeos resultaron en cambios en el IA frente a rábano, mostrando un claro comportamiento diferencial entre especies, y a su vez, un claro efecto del momento de siembra de la especie competidora. Esto brinda herramientas útiles para el control de malezas, resultando en un claro ejemplo de manejo integrado combinado especies competitivas y fecha de siembra relativa a la emergencia de malezas. «

Bibliografía

- AAPRESID (2019). Revista Red de Innovadores, 175, 16-19.
- ALCÁNTARA-DE LA CRUZ R (2022) Prevención, detección y manejo de la resistencia a herbicidas. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 26, 17-18
- ALONSO L, DEMETRIO PM, ETCHGOYEN MA & MARINO D J (2018) Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina. *Science of the Total Environment*, 645, 89-96.
- ANDREW IKS, STORKEY J & 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.
- BAIGORRIA T (2021) Manejo de cultivos de cobertura para el control de malezas. *Actas III Congreso Argentino de Malezas – ASACIM*, 19-20.
- BARBERI P (2002) Weed management in organic agriculture: Are we addressing the right issue? *Weed Research*, 42(3), 177-193.
- BASAVE BL (2023) Niveles ambientales de herbicidas en pozos y cuerpos de agua superficial ubicados en una comunidad mexicana dedicada al cultivo de maíz. Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental y Tecnologías Sustentables. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/3093>
- BERES B L, HARKER KN, CLAYTON GW, BREMER E, BLACKSHAW RE & GRAF RJ (2010) Weed-competitive ability of spring and winter cereals in the Northern Great Plains. *Weed Technology*, 24(2), 108-116.
- BERTHOLDSSON NO (2005) Early vigour and allelopathy—two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness against weeds. *Weed Research*, 45(2), 94-102.
- BERTHOLDSSON NO (2011) Use of multivariate statistics to separate allelopathic and competitive factors influencing weed suppression ability in winter wheat. *Weed Research*, 51(3), 273-283.
- CARRETTO LM & VIGNA MR (2016) Habilidad competitiva de verdeos de invierno frente a *Lolium multiflorum* y *Brassica napus*. *Actas VI Simposio de cereales de siembra otoño-invernal, II Encuentro del Mercosur. Sección Protección Vegetal*. Pergamino, Argentina.
- CHANTRE G, LODOVICH M, BLANCO A, BANDONI A & SAB-BATINI M (2013). Toma de decisiones en sistemas agronómicos y su aplicación al manejo de malezas. <https://boletines.cerzos-conicet.gov.ar/wp-content/uploads/nro-anterior/24-2013.pdf#page=5>.
- DAMIANI L, MOLINARI FA, BLANCO AM & CHANTRE GR (2020). Modelo de simulación para el manejo integrado de malezas: Análisis económico y medioambiental. *Actas XII Congreso de Agroinformática (CAI 2020)-JAIIO 49*.
- DÍAZ J, ESPINOZA N, GALDAMES R & DE PRADO R (2008) Determinación de factores de resistencia en avenilla (*Avena fatua*) y cola de zorro (*Cynosurus echinatus*) con herbicidas inhibidores de ACCasa y ALS. *Actas de XVIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM)*, 1-10, Ouro Preto, M.G, Brasil.
- DOEYO JA (2020) Consociación intraespecífica de *Lolium perenne* diploide resistente a glifosato y cultivares tetraploides: variación de la habilidad competitiva de la maleza resistente y efecto sobre la sensibilidad al herbicida de la descendencia. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/101432>
- ESTIMACIONES AGRÍCOLAS MAGyP (2023) Recuperado el 25 de septiembre de 2023, de <https://datosestimaciones.magyp.gov.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>
- KLOSTER AM, BAINOTTI C, CARZOLA C, AMIGONE MA, DONAIRE G & BAIGORRIA T (2013) Triticale. Un cultivo invernal plástico y multifuncional. *Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa*, 1, 50-56.
- LIIRA J, ZOBEL K, MÄGI R & MOLENBERGHS G (2002) Vertical structure of herbaceous canopies: the importance of plant growth-form and species-specific traits. *Plant Ecology*, 163, 123-134.
- LUPI L, BEDMAR F, PURICELLI M, MARINO D, APARICIO VC, WUNDERLIN D, & MIGLIORANZA KSB (2019) Glyphosate runoff and its occurrence in rainwater and subsurface soil in the nearby area of agricultural fields in Argentina. *Chemosphere*, 225, 906-914.
- MAS LI, APARICIO VC, DE GERÓNIMO E, COSTA JL (2020) Pesticides in water sources used for human consumption in the semiarid region of Argentina. *SN Applied Sciences*, 2(4), 691.
- NIVIA E (2000) Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas que contienen glifosato. http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/Nivia_Efectos_salud_ambiente_herbicidas_con_Glifosato.pdf
- NOVELLI D & CAMPORA MC (2015) Malezas, la expresión de un sistema: el manejo de las malezas necesita un abordaje integral y de largo plazo que contribuya a la sustentabilidad de los agroecosistemas. El monitoreo, la rotación y el uso racional de los herbicidas son algunas de las prácticas clave para integrar. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)*, 41(3), 241-247.
- PANDOLFO CE, PRESOTTO A, CARBONELL FT, URETA S, POVERENE M y CANTAMUTTO M (2016) Transgenic glyphosate-resistant oilseed rape (*Brassica napus*) as an invasive weed in Argentina: detection, characterization, and control alternatives. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 24081-24091.
- PAPA JCM, FELIZIA JC & ESTEBAN AJ (2000) Tolerancia y resistencia a herbicidas. <http://www.calandri.com.ar/soja/mcre-sistencia.htm>.
- PATTERSON DT (1985) Comparative ecophysiology of weeds and crops. *Weed Physiology*, 1, 101-129.
- PERRACHON J (2009) Pensemos en los verdeos de invierno. *Plan Agropecuario*. http://www.Producciónbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/60-pensemos_uruguay.pdf.
- PORTA SIOTA F, FONTANA LMC, PERLO GALLIO A & KENT F (2021) Verdeos de invierno. *EEA INTA Anguil*. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/10718>
- PORTA BM (2021) Cultivos de cobertura para el control de malezas. Trabajo Final para la especialidad en Producción de Cultivos Extensivos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. 43 pp.
- PRINA AO (1995) Las crucíferas de la provincia de La Pampa, República Argentina. *Semiárida. Revista de la Facultad de Agronomía Universidad Nacional de la Pampa*, 8, 29-67.
- REDDY KN (2001) Effects of cereal and legume cover crop residues on weeds, yield, and net return in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, 15, 660-668.
- REISS A, FOMSGAARD IS, MATHIASSEN SK, STUART RM & KUDSK P (2018) Weed suppression by winter cereals: relative contribution of competition for resources and allelopathy. *Chemoecology*, 28, 109-121.
- RUFFO M & PARSONS A (2004) Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, 21(1), 13-15.
- SATORRE EH & GUGLIELMINI AC (1990) Competencia entre trigo (*T. aestivum*) y malezas. *Actas II Congreso Nacional de Trigo. AIANBA. Capítulo IV*, 77-87.
- SCIANCA C, ÁLVAREZ C, BARRACO M, PÉREZ M & QUIROGA A (2007) Cultivos de cobertura en sistemas orgánicos. Aporte de carbono y dinámica de malezas. *Memoria Técnica 2006-2007, EEA INTA General Villegas*, 10.
- SMITH H (1982) Light quality, photoperception and plant strategy. *Ann. Rev. Plant Physiology*, 33, 481-518.
- VIGNA MR, FROLA FD & CARRETTO NOCOLO LM (2017) Sensibilidad diferencial a 2, 4-D de una población de *Hirschfeldia incana* L. resistente a metsulfuron-metil en el SO de Buenos Aires Argentina. *Actas XXIII Congreso Latinoamericano de Malezas. III Congreso Iberoamericano de Malezas*, 325-329. La Habana, Cuba.
- VIGNA M & MENDOZA J (2015) Presencia de poblaciones de *Hirschfeldia incana* L. resistentes metsulfuron-metil en el SO de Buenos Aires, Argentina. *Actas XXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM). I Congreso de la Asociación Argentina de Ciencia de las Malezas (ASACIM)*. Buenos Aires, Argentina.
- ZADOKS JC, CHANG TT & KONZAK CF (1974) A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14(6), 415-421.