

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE CULTIVOS INVERNALES SOBRE LA DINÁMICA DEL
ENMALEZAMIENTO INVERNAL**

por

**Marcos ANDRADA IRAOLA
Gabriel SZWEC DE LEÓN**

**Trabajo final de grado
presentado como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**PAYSANDÚ
URUGUAY
2024**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director:

Ing. Agr. Luciana Rey

Tribunal:

Ing. Agr. Juana Villalba

Ing. Agr. Winnona Saracho

Fecha: 4/6/2024

Estudiantes:

Marcos Andrada Iraola

Gabriel Szvec De León

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	4
RESUMEN.....	5
SUMMARY	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	8
2.1. MANEJO INTEGRADO	8
2.2 INTERFERENCIA.....	9
2.2.1 Competencia	10
2.2.2 Alelopatía.....	12
2.3 MALEZAS DE INVIERNO	14
2.3.1 <i>Lolium multiflorum</i>	16
2.3.2 <i>Raphanus raphanistrum</i>	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 UBICACIÓN.....	19
3.2 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	19
3.3 METODOLOGÍA	20
4. EVALUACIONES REALIZADAS.....	23
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERIODO	25
5.2 EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE MALEZAS DURANTE EL PERIODO INVERNAL	26
5.2.1 <i>Evaluación temprana con cultivos implantados, pre-aplicación tratamientos herbicidas en cultivos</i>	26
5.2.2 <i>Segunda evaluación de enmalezamiento - 30 días post-aplicación de tratamientos herbicidas en cultivos</i>	29
5.2.3 <i>Tercera evaluación de enmalezamiento - 60 días post-aplicación de tratamientos herbicidas en cultivos</i>	32
5.2.4 <i>Evaluación de enmalezamiento en pre cosecha</i>	34
6. CONCLUSIONES	40
7. BIBLIOGRAFÍA	41

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1	Tratamientos herbicidas pre siembra y dosis utilizadas	21
Cuadro 2	Tratamientos pre emergencia en trigo y cebada y dosis utilizadas	21
Cuadro 3	Tratamientos post emergencia.....	22
Cuadro 4	Escala de determinación de estados de desarrollo.....	23
Cuadro 5	Fechas de evaluaciones realizadas y situación de los cultivos.....	24
Cuadro 6	Malezas totales, cobertura de cultivo y población de cultivo lograda según cultivo de invierno	26
Cuadro 7	Especies Malezas (N° plantas m-2) según cultivo de invierno	29
Cuadro 8	Malezas totales (N° plantas m-2) según cultivo de invierno post aplicación de herbicida.....	30
Cuadro 9	Malezas totales (N° plantas m-2) según cultivo de invierno post aplicación de herbicida.....	32
Cuadro 10	Malezas por especie (N° plantas m-2) que alcanzaron el estado reproductivo en avena	33
Cuadro 11	Malezas totales (N° plantas m-2) según cultivo de invierno en pre cosecha	35
Cuadro 12	Malezas por especie (N° plantas m-2) y su porcentaje en el total de malezas en trigo.....	37
Cuadro 13	N° de malezas (plantas por m-2) y su porcentaje en el total de malezas en cebada.....	38
Cuadro 14	N° de malezas (plantas por m-2) y su porcentaje en el total de malezas en colza.....	39
Figura 1	Diseño experimental del ensayo	20
Figura 2	Temperatura y precipitaciones año 2022 y promedios del año 2012 a 2021 en EEMAC	25
Figura 3	Malezas gramíneas y hojas ancha (N° plantas m-2) según cultivo de invierno	28
Figura 4	Malezas gramíneas y hojas ancha (N° plantas m-2) según cultivo de invierno post aplicación herbicida	31
Figura 5	Dinámica de Malezas totales (N° plantas m-2) según cultivo de invierno y evaluación	32
Figura 6	Dinámica de Malezas totales (N° plantas m-2) según cultivo de invierno y fecha de evaluación	35

RESUMEN

Las malezas son una de las principales problemáticas del sistema agrícola. Dentro del control integrado de malezas una de las estrategias es el uso de cultivos supresores de malezas, considerándose así aquellos cultivos que por sus características de crecimiento y desarrollo, o por su potencial alelopático, son capaces de disminuir la proliferación de malezas. El objetivo de este trabajo fue estudiar los efectos de distintos cultivos invernales sobre los procesos biológicos (establecimiento, crecimiento, desarrollo y reproducción) del enmalezamiento. Los cultivos utilizados fueron trigo, cebada, colza y avena. En cada evaluación se registró el número de plantas de cada especie de maleza y su estado de desarrollo. Pudo observarse una variación significativa en la dinámica de enmalezamiento así como sus procesos biológicos entre los diferentes cultivos de invierno, atribuida a las características propias de cada cultivo en conjunto con el manejo de herbicidas, lo que sugiere la importancia de considerar estos aspectos para el control efectivo de malezas en cultivos de invierno.

Palabras clave: enmalezamiento, cultivos de invierno, dinámica de malezas

SUMMARY

Weeds are one of the main problems of the agricultural system. Within the integrated control of weeds, one of the strategies is the use of weed suppressing crops, thus considering those crops that, due to their growth and development characteristics, or their allelopathic potential, are capable of reducing the proliferation of weeds. The objective of this work is to study the effects of different winter crops on the biological processes (establishment, growth, development and reproduction) of weeding. The crops used were wheat, barley, rapessed and oats. In each evaluation the number of plants of each weed species and their stage of development were recorded. A significant variation in the dynamics of weeding as well as its biological processes could be observed between the different winter crops, attributed to the characteristics of each crop in conjunction with the management of herbicides, which suggests the importance of considering these aspects for effective control of weeds in winter crops.

Keywords: weeding, winter crops, weed dynamics

1. INTRODUCCIÓN

Las malezas son una de las principales problemáticas dentro del sistema agrícola debido a la interferencia que causan en los cultivos, provocando pérdidas tanto en calidad como en cantidad de los productos agrícolas.

La resistencia a herbicidas es un problema creciente que enfrenta la agricultura hoy en día, reconociéndose al presente 267 especies de malezas resistentes a nivel mundial (Heap, 2024). Esto ha determinado una fuerte disminución en la efectividad de muchas herramientas herbicidas disponibles, y es el resultado de un sistema productivo basado casi exclusivamente en el control químico (Uddin et al., 2014). Lo cual ha llevado a la necesidad de buscar otras medidas para el control de malezas, como lo es el control cultural buscando complementar diferentes estrategias en un manejo integrado.

El manejo integrado de malezas combina estrategias como la aplicación racional de herbicidas y las prácticas mecánicas, con estrategias culturales como la utilización de cultivos supresores de malezas. Se consideran cultivos supresores aquellos que, por sus características de crecimiento y desarrollo, o por su potencial alelopático, son capaces de disminuir la proliferación de malezas.

Debido a esto resulta útil conocer la dinámica poblacional de las malezas, así como la capacidad supresora de los principales cultivos invernales con el desarrollo de las mismas.

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar el efecto de diferentes cultivos invernales sobre los procesos biológicos (establecimiento, crecimiento, desarrollo y reproducción) del enmalezamiento.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MANEJO INTEGRADO

El Sistema de Manejo Integrado de Malezas (MIM) es un sistema de manejo sostenible que utiliza todas las técnicas adecuadas y conocimientos existentes para reducir la población de malezas a niveles tales que los perjuicios económicos que produzcan se hallen por debajo de un umbral económico aceptable. En muchos casos puede incorporar métodos físicos, químicos, mecánicos, biológicos, genéticos, conjuntamente con medidas preventivas y estudios básicos sobre biología y ecología de malezas (Fernández, 1982).

Según Papa (2019) “es un sistema que complementa diferentes prácticas buscando reducir tanto la interferencia de las malezas como limitar su propagación” (párrs. 5-8).

El manejo integrado de malezas combina estrategias como la aplicación racional de herbicidas y las prácticas mecánicas, con estrategias culturales como la utilización de cultivos supresores de malezas. Se consideran cultivos supresores aquellos que, por sus características de crecimiento y desarrollo, o por su potencial alelopático, son capaces de disminuir la proliferación de malezas.

Marchiori e Inze (2015) hacen mención que el nivel de enmalezamiento y la variedad de malezas que pueden aparecer en el campo está ligado al cultivo antecesor. Algo similar menciona Leguizamón (2007) afirmando que la competencia de la especie cultivada influye sobre la selección de malezas, las cuales presentan sincronismo con el ciclo del cultivo. Debido a esto, la rotación agrícola ha demostrado constituir una herramienta fundamental en el manejo cultural de malezas a nivel del sistema. Sus efectos pueden potenciarse si se considera, además, la inclusión estratégica de cultivos supresores.

Los efectos que los cultivos generan sobre las malezas, dependen de las características morfo-fisiológicas de la especie, así como de las tecnologías asociadas a los cultivos: El aumento en la densidad de siembra, la correcta elección de la fecha de siembra, el arreglo especial de las plantas, la fertilización o el tipo de cultivar pueden mejorar la competencia hacia la maleza dificultando su crecimiento y teniendo un mejor control de la misma (Vitta, 2004).

Según García Torres y Fernández Quintanilla (1991), las alteraciones provocadas por el hombre responden fundamentalmente a tres factores. El primero es la introducción de la rotación de cultivos como tecnología de manejo. Otro es la técnica de laboreo ya que define las condiciones ambientales sobre las que se desarrollarán las especies de malezas. El tercer factor, de suma importancia, es la tecnología de control de malezas y particularmente los tratamientos herbicidas que se utilicen en el sistema. Esta última es considerada la tecnología de mayor impacto. Todos estos puntos permiten pensar que la incorporación estratégica de algunas especies en la rotación productiva, podría generar importantes cambios de enmalezamiento a nivel de sistema.

Kruk (2015) en un experimento realizado en Buenos Aires, Argentina determinó que la composición florística de una chacra está determinada por la secuencia de cultivos que se realice. Y en caso de tener una maleza dominante problemática se puede diseñar una secuencia en la cual dicha maleza no presente tanta incidencia en el cultivo.

2.2 INTERFERENCIA

Burkholder (1952) como se cita en Anand (2013) define la interferencia de plantas como “un fenómeno amplio, que abarca una amplia gama de interacciones que ocurren entre plantas individuales cuando crecen muy cerca” (p. 1). Por su parte Harper (1977) como se cita en Acciaresi et al. (2014) menciona que el término interferencia incluye todos los aspectos negativos de las relaciones entre plantas que integran una comunidad, abarcando manifestaciones de competencia física o bioquímica.

Los cultivos y las malezas que comparten un mismo espacio y un mismo tiempo interfieren entre ellas. Esta interferencia se basa en la competencia de recursos específicos y en relaciones alelopáticas. Estos valores extrínsecos, inciden directamente sobre la tasa de crecimiento, afectando directamente la dinámica poblacional (Kruk, 2015).

Varias son las características biológicas cuantitativas que han demostrado asociación con la capacidad de supresión de malezas. Sin embargo, una extensa investigación a nivel de cultivares de cebada desarrollada por Bertholdsson (2004,

2005) comprobó que la biomasa inicial y el potencial alelopático deberían ser consideradas como las fundamentales (Fernández, 2017).

2.2.1 Competencia

“La competencia es una interacción negativa entre dos plantas individuales que requieren los mismos recursos limitados. Esta competencia por recursos limitados conduce a una reducción en la supervivencia, crecimiento o reproducción de ambos individuos” (Harper, 1977, como se cita en Anand, 2013, p. 2). Por su parte, Liebl y Worsham (1987) indican que “ocurre competencia cuando el suministro de un factor de crecimiento necesario (luz, agua y nutrientes) cae por debajo de las necesidades combinadas de las plantas competidoras” (p. 819).

Se realizó un trabajo en Argentina buscando determinar el nivel de disminución de rendimiento en los cultivos de trigo y cebada provocado por la interacción con *Lolium perenne*, mostrando la pérdida del 25 y 50% del rendimiento en trigo y cebada respectivamente (Yannicari et al., 2016). Estos resultados demuestran la importancia de incluir en la rotación herramientas de manejo de malezas que logren modificar esa relación de interferencia entre los cultivos y las malezas.

Según Rice (1974) la competitividad refiere a la capacidad de interferencia de un cultivo sobre malezas, reduciendo la emergencia, la producción de biomasa y/o de semillas de malezas.

“Los individuos que se desarrollan en condiciones adversas o emergen debajo de la cobertura del cultivo, originan progenies sustancialmente menores” (Leguizamón et al., 2014, p. 121).

Watson et al. (2006) menciona que “la competitividad de los cultivos es formada por dos componentes, uno es la capacidad de soportar competición y el otro componente es la capacidad para competir con la maleza, estando estos componentes altamente relacionados” (p. 783).

Son varios los rasgos relacionados con la capacidad competitiva, la altura de la planta, el número de macollos, el ángulo de la hoja, la estructura del dosel, el vigor inicial y el tiempo hasta la madurez son algunos de ellos. Una buena

comprensión de estos rasgos brindaría la oportunidad de mejorar la competencia de los cultivos frente a las malezas (Raman et al., 2018).

La competitividad de los cultivos frente a malezas puede verse favorecida mediante la selección de cultivos a incluir en la rotación, así como mediante la selección de fecha de siembra, densidad, tasa de crecimiento inicial, arquitectura del canopeo y la duración del período de crecimiento que pueden presentar los diferentes cultivos (Liebman & Dyck, 1993).

La utilización de variedades de trigo con mayor habilidad competitiva, determinada por la alta capacidad de intercepción de la radiación fotosintéticamente activa debido a un mayor IAF del tercio medio, surge como una interesante alternativa para el manejo de malezas dentro de los sistemas agrícolas actuales (Cena & Acciaresi, 2018).

Se ha demostrado en un experimento, que el uso de variedades más competitivas de trigo permite reducir hasta un 50 % la cantidad de herbicida recomendado sin perjudicar el rendimiento, ya que estas variedades permitieron disminuir la producción de biomasa y semillas de maleza entre un 81 y 98% (Travlos, 2012).

Korres y Froud-Williams (2002) encontraron que a una densidad de 125 a 270 pl. /m² de trigo ofrece una adecuada supresión de malezas, teniendo en cuenta la altura y capacidad de macollamiento de cada cultivar. Ya que un aumento en la tasa de semillas no generó una mejor competitividad por sí solo.

Por otra parte, Alzueta et al. (2012) en un experimento que se realizó para comparar la aparición de hoja y macollo en trigo y cebada, concluyeron que la cebada presenta mayor tasa de aparición de macollo y mayor número final de macollo en comparación con trigo.

En cuanto al cultivo de colza, algunos autores han indicado la baja competitividad inicial de colza en comparación a los cultivos de trigo y cebada, lo cual genera que el cultivo oleaginoso presente mayores niveles de enmalezamiento que los cereales mencionados (Fernández, 2022).

“La inclusión de cultivos de cobertura en los sistemas de rotación agrícola es una herramienta muy efectiva para el manejo integrado de las malezas” (Grahmann et al., 2020, p. 71).

Los cultivos de cobertura pueden prevenir la germinación de semillas de malezas mediante la rápida ocupación del espacio libre entre las hileras, gracias a la completa intercepción de la luz y/o por secreción de compuestos aleloquímicos; reduciendo el desarrollo y crecimiento de las mismas (Liebman & Davis, 2000).

Buratovichy y Acciaresi (2018) mencionaban que la implementación del cultivo de cobertura permitiría disminuir la emergencia de malezas otoño-invernal y primavera-estival, en donde la interferencia de crecimiento de la maleza es muy importante durante el crecimiento de los mismos. También hacían referencia a la importancia de determinar las especies y combinación de cultivos de coberturas que permite optimizar una alta producción de materia seca aérea y su descomposición, permitiendo interferir con el crecimiento de las malezas.

Las gramíneas resultaron ser las coberturas de mejor comportamiento contra las malezas invernales destacándose la avena y el triticale por sobre el raigrás, además los efectos de supresión estimados en las coberturas de avena y triticale afectaron los potenciales de re infestación de las malezas mostraron efectos prolongados en el tiempo (Ferber, 2016).

Resultados publicados por Baigorria et al. (2014) demuestran, que el efecto de los cultivos de coberturas reduce el número de aplicaciones realizadas, sin afectar el rendimiento de los cultivos de soja y disminuyendo la población de malezas residuales. Además hay una mayor cantidad de agua disponible, dado que no se presenta evaporación desde el suelo.

Andriolo y Berger (2019) concluyeron que “los cultivos de coberturas pueden ser una importante herramienta en el control de malezas, teniendo en cuenta que las gramíneas para cobertura pueden competir mejor que las leguminosas” (p. 37).

2.2.2 Alelopatía

La alelopatía es definida como la influencia directa de un compuesto químico liberado por una planta sobre el desarrollo y crecimiento de otra planta, los compuestos alelopáticos pueden ser liberados de las plantas al ambiente por medio de la exudación de las raíces, lixiviación, volatilización y descomposición de los residuos de las plantas en el suelo (Kim & Shin, 2004, p. 1).

Weston (2005) la define “como un mecanismo importante de interferencia de las plantas mediado por la adición de metabolitos secundarios producidos por las plantas a la rizosfera del suelo” (p. 529).

“El estudio de los efectos alelopáticos constituye una gran herramienta para la comprensión de las relaciones entre especies vegetales, lo cual es de gran importancia para el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas de manejo a nivel productivo” (Collares, 2018, p. 46).

Kim y Shin (2004) también mencionan que “Las sustancias alelopáticas, si están presentes en las variedades de las especies cultivadas, pueden reducir la necesidad del manejo de malezas, especialmente el uso de herbicidas” (p. 1).

Capurro Barcia y Sotelo Rico (2010) mostraron importante variabilidad en los cultivares de cebada, encontrando materiales que no poseen potencial alelopático y aquellos que a nivel de bioensayos mostraron una reducción del crecimiento radicular de raigrás mayor al 30 %.

“El crecimiento inicial de los cultivares (altura y biomasa) de cebada no mostró relación con las reducciones del crecimiento de raigrás indicando la posible presencia de efectos alelopáticos” (Chiola Rios & Mora Gonzalez, 2011, p. 33).

Collares (2018) mostró que “los mayores efectos de inhibición en la raíz de raigrás se determinaron cuando la maleza emergió con posterioridad de más de 5 días en relación a cebada, alcanzándose disminuciones del orden de 35%” (p. 43).

“La eficacia alelopática varía entre los cultivares de cebada, por lo que los programas de selección podrían mejorar el potencial alelopático de los nuevos cultivares utilizados para el control de malezas” (Kremer & Ben-Hammouda, 2009, p. 225).

A partir del análisis de los experimentos realizados en Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía se observó que los mayores efectos fueron detectados en los cultivares Ambev 23, Arrayán y Carumbé los cuales alcanzaron reducciones de la longitud de la raíz de raigrás superiores al 30% (Capurro Barcia & Sotelo Rico, 2010).

La densidad de siembra es otro aspecto a considerar, Wu et al. (2001) observaron que el efecto alelopático de semillas de trigo en germinación sobre la germinación de semillas de raigrás anual, era dependiente de la densidad de siembra. El menor crecimiento en longitud en la raíz de raigrás, era mayor a medida que la densidad de semillas de trigo aumentaba. Cuando las semillas de trigo se incrementan, la concentración de aleloquímicos exudados aumenta a la par, resultando en una mayor inhibición del crecimiento de la raíz de raigrás.

“En el cultivo de *Brassica Napus* o colza también se ha evidenciado la producción de metabolitos secundarios llamados glucosinatos los cuales se liberan durante la descomposición del cultivo pudiendo retrasar la germinación de semillas o incluso evitarla” (Rigon et al., 2012, p. 452).

Raman et al. (2018) mencionan un estudio donde se compararon 70 genotipos de colza y se evaluaron sus efectos alelopáticos frente a raigrás anual como maleza de prueba, donde se pudo observar varios cultivares con fuertes efectos alelopáticos, y además comprobando que el rasgo alelopático de un cultivar no se relaciona con la producción de biomasa o el rendimiento en grano.

En el cultivo de *Avena sativa*, Sampietro (2003) menciona el contenido de derivados del ácido benzoico tales como los Ácidos Hidroxibenzoico y Vaníllico, compuestos comúnmente involucrados en fenómenos alelopáticos.

“En una evaluación realizada en INIA Las brujas se pudieron evidenciar los efectos alelopáticos de los restos de avena negra, siendo mayores estos efectos entre los 15 y 20 días después de su muerte” (Gilsanz & Aranda, 2009, p. 1).

2.3 MALEZAS DE INVIERNO

Con el aumento de la siembra directa en el Uruguay y el uso masivo del glifosato, se han producido cambios en la dinámica de las poblaciones de malezas, logrando modificaciones importantes en el equilibrio de estas especies en los agroecosistemas, por lo que algunas disminuyen su incidencia y otras multiplican su expansión y se transforman en un problema (Irigoyen & Perrachon, 2012, p. 56).

Las especies de malezas presentes en los cultivos de invierno están compuestas por una amplia diversidad de especies de hoja ancha, como las que

integran la familia de las crucíferas representadas por nabos, rábanos y las gramíneas como raigrás y balango cuyo nivel de infestación en algunas chacras puede llegar a ser importante.

Un relevamiento en Uruguay realizado por Ríos et al. (2005), revela que de un total de 135 chacras evaluadas (6791 ha), el 76% de las mismas mostraban presencia de Raigrás y 19% de Rábanos.

Mortimer (1990) indica que las malezas más importantes son aquellas que aseguran una estrategia de persistencia bajo condiciones impredecibles del ambiente. La adquisición y el mantenimiento de la diversidad genética son cruciales para persistir en el largo plazo en ambientes variados.

Un programa de manejo integrado de malezas necesita basarse no solo en la correcta identificación de las especies, sino también en el conocimiento de las características morfológicas y fisiológicas de las malezas, sus ciclos de vida, hábitos y sus medios de propagación (Pareja, 1985, p. 6).

Cousens y Mortimer (1995) mencionan que la dinámica poblacional de las malezas se puede dividir en cuatro procesos, los cuales son: 1) Dormancia, germinación y establecimiento. 2) Crecimiento, desarrollo y competitividad. 3) Reproducción y senescencia. 4) Dispersión de semillas.

La interferencia mencionada, ejerce su mayor presión sobre el segundo proceso biológico, aunque la mayoría de los mismos pueden verse afectados. Si bien la consecuencia más conocida de interferencia de especies vegetales es la pérdida de rendimiento de los cultivos de interés, la utilización de algunos cultivos puede provocar importantes disminuciones en el establecimiento y el crecimiento de las malezas, afectando también su desarrollo y su capacidad de alcanzar estados reproductivos (Leguizamón, 2007).

Es vital conocer las características de las distintas fases de desarrollo de las especies de malezas más importantes. Estas fases incluyen: latencia, germinación, desarrollo de la plántula, emergencia, crecimiento vegetativo, floración, fructificación, madurez y dispersión de semillas. La influencia favorable o desfavorable de los factores bióticos y abióticos sobre cada fase debe ser también estudiada. Toda esta información, obtenida por observación directa o

a través de la literatura existente, contribuirá a un mejor diseño de las medidas de combate (Labrada et al., 1996).

2.3.1 *Lolium multiflorum*

“El raigrás (*Lolium multiflorum*) es una hierba anual invernal, nativa del sur de Europa, distribuida ampliamente en todo el mundo” (Hannaway et al., 1999, p. 1).

Se trata de una especie que, si bien no es nativa, se ha naturalizado y ocurre espontáneamente en todo nuestro país. Es mayoritariamente autoincompatible, por lo que se reproduce por polinización cruzada ayudada por el viento que mueve su polen. La semilla posee una etapa de dormancia, con un tiempo de sobrevivencia en la tierra de dos años en promedio. Comienza a germinar luego de las lluvias de fin de verano, continuando en todo el otoño y pudiendo tener emergencias de plántulas incluso en invierno, aunque en menores tasas (Rossi et al., 2019).

Una proporción del banco de semillas del suelo permanece sin germinar, aún después de las primeras lluvias, esto hace que la maleza presente un banco de semillas de tipo transitorio, aunque llegando a fines de mayo ya se alcanza un 90% de germinación. La floración ocurre en primavera prologándose entre octubre y noviembre. Hacia el fin de la primavera, conjuntamente con el incremento de las temperaturas, comienza la dispersión de las semillas (Gigón et al., 2017).

Rossi et al. (2019) mencionan que “cada planta puede producir entre 1000 y 5000 semillas, dependiendo de la competencia, fertilidad y nivel de desarrollo que posea” (p. 1).

Se han determinado importantes reducciones en la producción asociados a la presencia de esta maleza en los cultivos, el efecto negativo es realmente significativo, cuantificándose una merma de rendimiento de trigo de 7.5 kg/ha por planta/m² de raigrás y 0.340 kg/ha por cada kg/ha de materia seca de raigrás (Giménez et al., 1992).

Taberner Palou (1996) menciona que “se han observado pérdidas de hasta un 40% en cereales de invierno cuando hay infestaciones altas de raigrás con más de 700 pl.m²” (p. 11).

La susceptibilidad de las poblaciones de raigrás a la aplicación de glifosato varía según el estado fenológico en cual se encuentra a la hora de realizar la aplicación y de la MS presente, además de la dosis que se aplique (Della Valle Vivo & Ferrari Gallotti, 2011).

Si bien la resistencia a glifosato en raigrás es la que conlleva la mayor atención, también se han constatado casos de resistencia a herbicidas gramínicos del grupo de los inhibidores de la enzima ACCasa y a iodosulfuron pertenecientes a los inhibidores de la enzima ALS por lo cual se debe establecer una estrategia que tenga en cuenta dichas resistencias. Además del control químico debe ser un manejo que cuente con el manejo Integrado de Malezas (MIM), permitiendo a través de la selección de cultivares de mejor competencia o cultivos de cobertura mejorar la eficiencia del control químico (Rossi et al., 2019).

Gismano (2020) en un estudio realizado sobre raigrás resistente vio que para poder controlar la maleza necesitó 2.75 veces más de herbicida Glifosato (7680 gi.a./ha) e igual podía quedar un 20% de individuos de la población de maleza sin controlar. Sin embargo, aplicaciones a dosis por encima de 60 gi.a./ha de haloxyfop y 90 gi.a./ha de cletodim mantuvieron un buen control de raigrás.

2.3.2 *Raphanus raphanistrum*

Comúnmente conocido como rábano, esta maleza perteneciente a la familia de las brasicáceas, es originaria de la región mediterránea y está ampliamente naturalizada en las regiones templadas de todo el mundo. Se trata de una hierba anual o bianual invernal, tiene un hábito de crecimiento indeterminado y continúa floreciendo y produciendo vainas maduras al final de la temporada (Warwick & Francis, 2018).

El flujo principal de germinación ocurre en otoño, aunque las emergencias pueden continuar esporádicamente durante la estación de crecimiento; Las primeras flores aparecen generalmente a fines de julio. La producción de semillas depende de la época de germinación entre otros factores,

pudiendo superar la cantidad de 800 semillas por planta. Sus semillas pueden permanecer latentes en el suelo durante varios años (Coleman et al., 2021).

Hashem y Wilkins (2002) tras una investigación realizada en Estación de Investigación Merredin, Australia Occidental determinan que de un banco de semillas de *Raphanus raphanistrum* con 5 años de agricultura continua puede germinar el 97 % del banco original, germinando 64% primer año, 5% el segundo, 16% el tercero, 3% el cuarto y 9% el quinto.

La profundidad óptima para su germinación es aproximadamente 1 cm debajo la superficie del suelo, por lo que puede ser una opción el laboreo superficial previo a la siembra, buscando la germinación de plantas para su control y poder disminuir el banco de semillas; Laboreos donde las semillas se entierran a mayor profundidad evitan su germinación, aunque las semillas siguen siendo viables (Coleman et al., 2021).

En cuanto a la interferencia de esta maleza en los cultivos, es mencionado por O'Byrne et al. (1986), que la presencia de rábanos puede llegar a reducir en torno a un 39% el rendimiento en cultivos cereales.

Díaz (2017) menciona que “en trigo puede llegar a provocar pérdidas de rendimiento de hasta un 50%, cuando compite con densidades de rábano de 25 a 200 plantas/m², y en el cultivo de canola pérdidas de hasta un 90%” (p. 1).

El cultivo de colza es muy similar taxonómicamente y biológicamente a varias malezas de hoja ancha dentro de los cuales se encuentra el rábano, por esto no es posible actuar con las herramientas disponibles dentro del cultivo en argentina, resultando el manejo previo del lote para evitar la presencia de las mismas (Vigna et al., 2012).

La confirmación de la resistencia del biotipo *Raphanus raphanistrum* al herbicida inhibidor de la ALS metsulfurón-metilo, que predomina en invierno y durante casi todo el verano en cultivos de producción en el sur de Brasil, ve la necesidad de establecer estrategias de manejo para la prevención y control de la resistencia a los inhibidores de ALS, siendo herbicidas de alto riesgo para la selección de biotipos resistentes (Costa & Rizzardi, 2014).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El experimento se realizó en el potrero 36 de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC) de la facultad de agronomía UdelaR, en el departamento de Paysandú- Uruguay en el año 2022.

Los suelos del área experimental pertenecen a la Unidad San Manuel, Formación Fray Bentos, donde predominan Brunosoles Eutricos Típicos y Solonetz Melánicos.

3.2 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento presentó un diseño en bloques completos al azar con 3 repeticiones. Los tratamientos fueron 4 cultivos los cuales correspondieron a avena, colza, cebada y trigo, sembrados aleatoriamente dentro de los 3 bloques, Cada parcela presentó 6 metros de ancho, que para los cultivos de invierno representó 27 surcos a 0,17 m de distancia entre filas. El largo de parcelas en todos los casos fue de 10 m (Figura 1).

Para el análisis estadístico se utilizó el dato de números de malezas por metro cuadrado, obtenidos de cada unidad experimental, y el estado fenológico de las malezas. Dichas variables son objetivas y el tipo de estudio consistió en la comparación de los tratamientos.

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + M_k + \epsilon_{ijk}$$

μ : media general

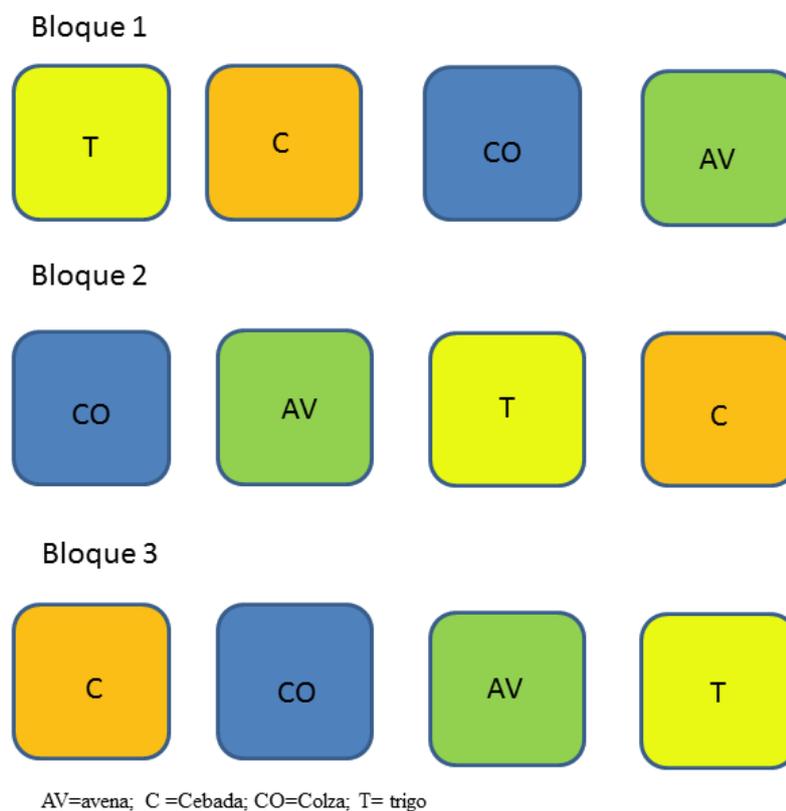
β_i : efecto del i-ésimo bloque

T_j : efecto del j-ésimo principio activo

M_k : efecto del k-ésimo momento de aplicación

ϵ_{ijk} : error experimental

Figura 1
Diseño experimental del ensayo



3.3 METODOLOGÍA

Con el fin de lograr los objetivos planteados el ensayo se instaló en un campo con historial de chacra de *Lolium multiflorum* (Raigrás) y *Raphanus raphanistrum* (Rábanos). El último cultivo que se realizó en dicha área, previo a la instalación del ensayo fue Colza en 2019, luego de esto el área permaneció en barbecho.

Se buscó brindar el mejor manejo en general a los cultivos para que puedan desarrollar su máximo potencial.

Previo a la siembra se realizaron dos aplicaciones de herbicida en el área (Cuadro 1). No existieron aplicaciones de herbicidas residuales que pudieran afectar el correcto desarrollo del cultivo ni los resultados del ensayo, logrando observar la expresión total del banco de semillas de malezas en el suelo.

Cuadro 1*Tratamientos herbicidas pre siembra y dosis utilizadas*

Fecha	Herbicida	Dosis
4 Feb. 2022	Glifosato	2160 g eq ac/ha ⁻¹
29 Abr. 2022	Glifosato	1440 g eq ac/ha ⁻¹

La siembra del cultivo de avena (IPAR 61) se realizó el día 7 de mayo de 2022, utilizando una densidad de siembra de 50 kg ha⁻¹, conjuntamente con el agregado de 25 kg N ha⁻¹ y 25 kg P205 ha⁻¹. El cultivo de Colza CL (CURRY) fue sembrado el 24 de mayo a densidad de 50 kg ha⁻¹ y fertilizado con 25 kg N ha⁻¹ y 25 kg P205 ha⁻¹ a la hora de la siembra, este tipo de colza utilizado tolera los herbicidas de la familia de las imidazolinonas.

Los cultivos cereales trigo (Ñandubay) y cebada (Arrayán) se realizaron el 9 de junio, utilizando una densidad de siembra de 45 pl m⁻¹ y 40 pl m⁻¹ respectivamente, y fueron fertilizados con 25 kg N ha⁻¹ y 25 kg P205 ha⁻¹ al momento de la siembra. Debido a la cantidad de días transcurridos entre la primera siembra y esta última fecha, el mismo día de la siembra se realizó otra aplicación de herbicida para suprimir malezas y su interferencia en la etapa de implantación de trigo y cebada (Cuadro 2).

Cuadro 2*Tratamientos pre emergencia en trigo y cebada y dosis utilizadas*

Fecha	Herbicida	Dosis
9 Jun. 2022	Paraquat	400 g ha ⁻¹

A continuación se detallan las aplicaciones herbicidas realizadas durante el desarrollo de los cultivos. Estos herbicidas fueron seleccionados según las malezas gramíneas y latifoliadas que se encontraban presentes en el ensayo según las primeras evaluaciones. De los cuatro cultivos utilizados, el cultivo de Avena

fué el único que fue desecado mediante una aplicación herbicida, mientras que el resto de cultivos fueron cosechados luego de la última evaluación. El tratamiento para desecar el cultivo de avena consistió en una aplicación de glifosato (48%) 960 eq ac ha⁻¹+ 2,4D 1366 g ha⁻¹+cletodim 192 g ha⁻¹, la cual se efectuó el 20 de septiembre.

Cuadro 3

Tratamientos post emergencia

Fecha	Cultivo	Herbicida y dosis
13 Julio 2022	Colza (5 hojas)	800 cc/ha ⁻¹ XELEX (clethodim 240 gr) 114 g /ha REDEX (imazetapyr 525 g/kg + imazapic 175 g/ kg)
29 Julio 2022	Cebada (3 macollos) Trigo (2 macollos)	800 cc ha de Pinoadex (pinoaden 50 g/L cloquintocet–mexyl 12,5 g/L) + 200 cc ha de Boydal (diflufenicanl 500gr/L) + 1,5 l ha de 2,4D60 tampa (2,4-D 480gr/L)

4. EVALUACIONES REALIZADAS

Se realizaron evaluaciones de enmalezamiento cada 20 días. Las mismas se realizaron en cinco puntos fijos dentro de cada tratamiento, utilizando un cuadro de 40 x 40 cm. En cada medición se evaluaron las malezas presentes, registrando el número de plantas por especie y su estado de desarrollo. Además se estimó visualmente el porcentaje del cuadro cubierto por malezas y cultivo en cada una de las mediciones.

Buscando evaluar diferencias en el desarrollo de las malezas por la interferencia de cada uno de los cultivos, en cada medición cada especie maleza fue evaluada utilizando diferentes escalas de desarrollo para especies gramíneas y de hoja ancha (Cuadro 4).

Cuadro 4

Escala de determinación de estados de desarrollo

Hoja ancha		Gramíneas	
Escala	Descripción	Escala	Descripción
1	menos de 5 hojas	1	Hoja
2	de 5 a 8 hojas	2	menos de 2 macollos
3	más de 8 hojas	3	más de 5 macollos
4	estado reproductivo	4	estado reproductivo

Evaluar el estado de desarrollo de las malezas, permitió estimar la capacidad de reinfestación de cada especie, registrando si dichas malezas alcanzaron su estado reproductivo, presentando la capacidad de introducir semillas nuevamente en la chacra.

Cuadro 5*Fechas de evaluaciones realizadas y situación de los cultivos*

Fecha	Evaluación	Situación
7/7/2022	Evaluación temprana con cultivos implantados	pre aplicación de tratamientos herbicidas en cultivos
17/8/2022	Segunda evaluación	1 mes post aplicación de tratamientos herbicidas en cultivos
16/9/2022	tercer evaluación	dos meses post aplicación de tratamientos herbicidas en cultivos
1/11/2022	cuarta evaluación	post desecación de avena, pre cosecha de cultivos

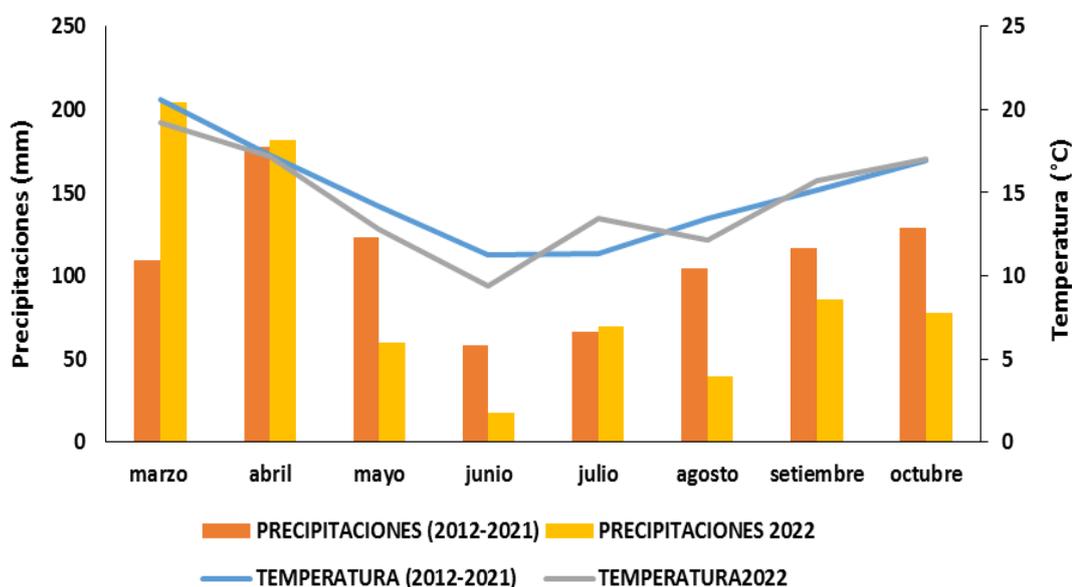
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERIODO

La siguiente gráfica permite comparar los valores de temperatura y precipitaciones durante el periodo experimental con el promedio de los últimos 9 años.

Figura 2

Temperatura y precipitaciones año 2022 y promedios del año 2012 a 2021 en EEMAC



Los valores de precipitaciones para los meses de marzo fueron valores superiores al promedio, mientras que abril no presentó diferencias con el promedio, siendo este periodo (marzo-abril) el que se espera mayor flujo de germinaciones de las malezas otoño-invernales. Las precipitaciones ocurridas en este período, pueden haber potenciado la germinación de muchas especies en el mismo. Esto generó que un alto porcentaje de malezas se encontrara presente en el periodo de barbecho, pudiendo ser controladas previo a la siembra. En los restantes meses las precipitaciones se encontraron muy por debajo del promedio de los últimos años, pudiendo influir negativamente sobre el proceso de germinación de malezas durante la implantación de los cultivos, como durante su desarrollo, pudiendo esto ser positivo mientras no genere perjuicios al cultivo. En cuanto a las temperaturas del periodo, no presentaron importantes diferencias con los valores promedio de los últimos años.

5.2 EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE MALEZAS DURANTE EL PERIODO INVERNAL

5.2.1 Evaluación temprana con cultivos implantados, pre-aplicación tratamientos herbicidas en cultivos

El grado de enmalezamiento, estimado a partir del número de malezas por metro cuadrado, así como el porcentaje de cobertura y la población alcanzada por el cultivo varió en función del cultivo de invierno (cuadro 6). El menor número de malezas se determinó en el cultivo de cebada, diferenciándose significativamente de colza y avena. El cultivo de trigo mostró resultados intermedios entre los tratamientos mencionados.

Cuadro 6

Malezas totales, cobertura de cultivo y población de cultivo lograda según cultivo de invierno

	Malezas totales (N° pl. m ⁻²)	Cobertura cultivo (%)	Población cultivo (pl. m ⁻²)
Colza	54 A	13 D	51 C
Avena	40 AB	75 A	236 A
Trigo	24 BC	27 C	201 B
Cebada	18 C	49 B	204 B

Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$).

En primer lugar, la variación entre cultivos invernales, fue contrastada con los valores obtenidos de población y cobertura de cultivo para esta misma fecha, concluyendo que algunos de los resultados del cuadro 6, se debían a las distintas capacidades de interferencia inicial de estos cultivos con las malezas.

Como fue mencionado, el menor nivel de enmalezamiento se encontró en el cultivo de cebada. Este resultado puede ser consecuencia de una mayor capacidad de interferencia asociada a una cobertura de suelo significativamente mayor, que la generada por colza.

Los resultados de cobertura los podemos relacionar con los factores de capacidad competitiva que menciona, Raman et al. (2018) como son la altura de la planta, el número de macollos, el ángulo de la hoja la estructura del dosel y el vigor inicial, en este sentido el cultivo de cebada presenta características que explicarían una capacidad competitiva mayor que el cultivo de trigo. Si bien el enmalezamiento de ambos cultivos no presentó diferencias significativas en esta fecha, las diferencias en enmalezamiento podrían remarcarse en el tiempo, siguiendo esta tendencia numérica, a pesar de que ambas especies presentaron la misma población en plantas por metro cuadrado.

Muchas de estas características se encuentran determinadas por el tamaño de la semilla, y por ende el tamaño del embrión, donde la semilla de cebada presenta un tamaño superior a la de trigo. Esto determina el vigor inicial del cultivo (Miralles et al., 2014). Otro factor es la mayor tasa de aparición de macollos y mayor número final de macollos que presenta cebada frente a trigo según menciona Alzueta et al. (2012) característica que le permite un crecimiento más rápido, sombrear antes y por ende una ventaja competitiva. Otra ventaja que el cultivo de cebada presenta sobre las malezas, es su potencial alelopático, el cual ha sido reportado en el trabajo final de grado de Capurro Barcia y Sotelo Rico (2010), Facultad de Agronomía – UdelaR, para la variedad Arrayan, sembrada en este ensayo.

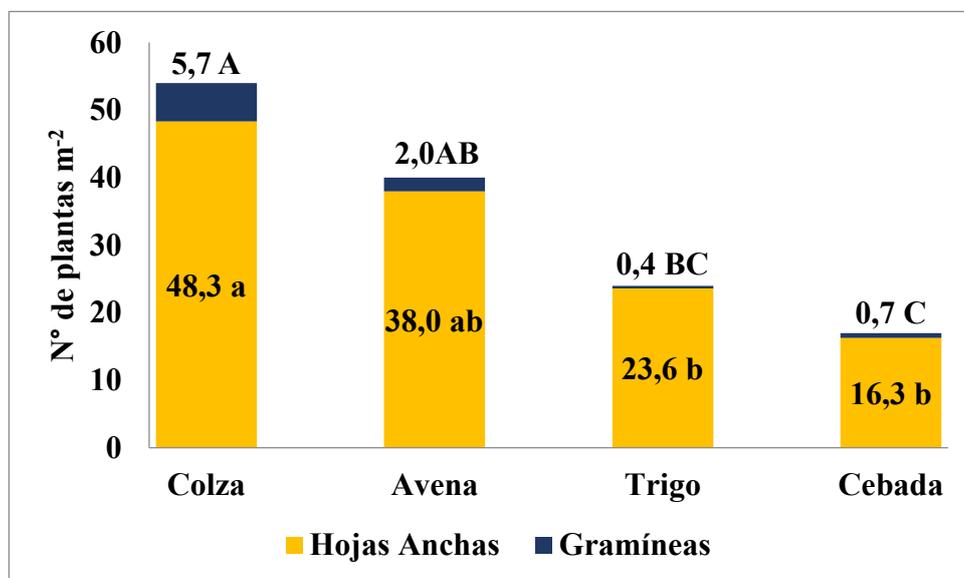
El cultivo de avena, es la única especie en la cual la mayor cobertura generada por el cultivo no se relaciona de forma directa con la supresión de malezas. Este cultivo, se introdujo en el ensayo como cultivo de servicio, sembrándose en una fecha más temprana que el resto de los cultivos (7/05/2022) y manejando el enmalezamiento presente en el barbecho únicamente con glifosato, en ausencia de herbicidas residuales. Este manejo, influyó en el enmalezamiento y puede explicar estos resultados, permitiendo que los flujos de emergencia otoñales pudieran expresarse dentro del cultivo recién instalado, en comparación a los cultivos de siembras más tardías que permitieron suprimir las malezas presentes previo a la siembra de los mismos. Esto concuerda con los resultados publicados por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP, 2018), donde el efectivo manejo de malezas por parte de los cultivos de servicio no se da en una disminución inicial del número de malezas, sino en un retraso de su desarrollo

posterior.

Sin embargo los niveles de enmalezamiento en avena, fueron significativamente menores que en el cultivo de colza, esto puede ser por características que presenta el cultivo de avena y la variedad utilizada IPAR 61 como tener un rápido crecimiento inicial y una producción temprana de forraje lo cual le permite interferir con el crecimiento de las malezas de una mejor manera que el cultivo de colza que presenta un lento crecimiento inicial y la menor cobertura evaluada. La baja competitividad inicial de este cultivo, en relación a los cereales estudiados es la responsable de que este último cultivo haya presentado el mayor enmalezamiento a esta fecha (Fernández, 2022).

Figura 3

Malezas gramíneas y hojas ancha (N° plantas m⁻²) según cultivo de invierno



Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$). Letras mayúsculas corresponden a la significancia entre malezas gramíneas. Letras minúsculas corresponden a la significancia entre malezas de hoja ancha.

El enmalezamiento en general fue dominado por especies de hoja ancha en todos los tratamientos, siendo la proporción de especies gramíneas muy baja en el enmalezamiento total como representa la figura 3. A su vez el tratamiento que mayor proporción de malezas gramíneas presentó fue colza, siendo *Lolium multiflorum* la principal maleza gramínea.

El análisis de la composición de los enmalezamientos permitió realizar algún análisis adicional. Las especies visualizadas en mayor frecuencia en las

parcelas experimentales se representan en el Cuadro 7. Conocer las especies dominantes del enmalezamiento en cada cultivo fue determinante a la hora de definir los tratamientos herbicidas a ser aplicados.

Cuadro 7

Especies Malezas (N° plantas m-2) según cultivo de invierno

	N° plantas m-2			
	<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Brassica spp.</i>	<i>Ammi visnaga</i>
Colza	3,64 A	5,79 A	5,67 A	28,6 A
Avena	0,2 A	1,87 AB	0,8 A	24,8 A
Trigo	0,75 A	0,37 B	1,69 A	6,87 B
Cebada	0,8 A	0,73 AB	0,53 A	9,8 B

Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$).

5.2.2 Segunda evaluación de enmalezamiento - 30 días post-aplicación de tratamientos herbicidas en cultivos

Cabe destacar que, en consideración de las importantes diferencias entre los tratamientos herbicidas aplicados en los cultivos de colza, trigo y cebada, los enmalezamientos resultante en realidad son una respuesta al efecto combinado especie de cultivo y tecnología herbicida asociada (Cuadro 8).

Cuadro 8

Malezas totales (N° plantas m-2) según cultivo de invierno post aplicación de herbicida

Malezas totales (n° pl. m2)	
Avena	15,07 A
Trigo	6,53 AB
Cebada	4,93 AB
Colza	2,93 B

Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$).

En respuesta al manejo de las distintas especies, se visualizaron diferencias en el nivel de enmalezamiento entre los cultivos, donde el cultivo de colza fue el que presentó menores niveles de enmalezamiento diferenciándose significativamente del cultivo de avena, mientras que los cultivos cereales tuvieron resultados intermedios a estos.

Los resultados obtenidos eran esperables, debido a que el cultivo de servicio avena, fue el único cultivo sobre el cual no fue aplicado ningún tratamiento herbicida.

En Colza se aplicó: 800 ccha⁻¹ Xelez (clethodim), para el control de malezas gramíneas y 114 g ha⁻¹ Redex (imazatapyr) + (imazapic) para el control de las malezas de hoja ancha presentes en el cultivo, como fue mencionado la colza CL tolera herbicidas de la familia de las imidazolinonas, lo que permitió el uso de estos productos.

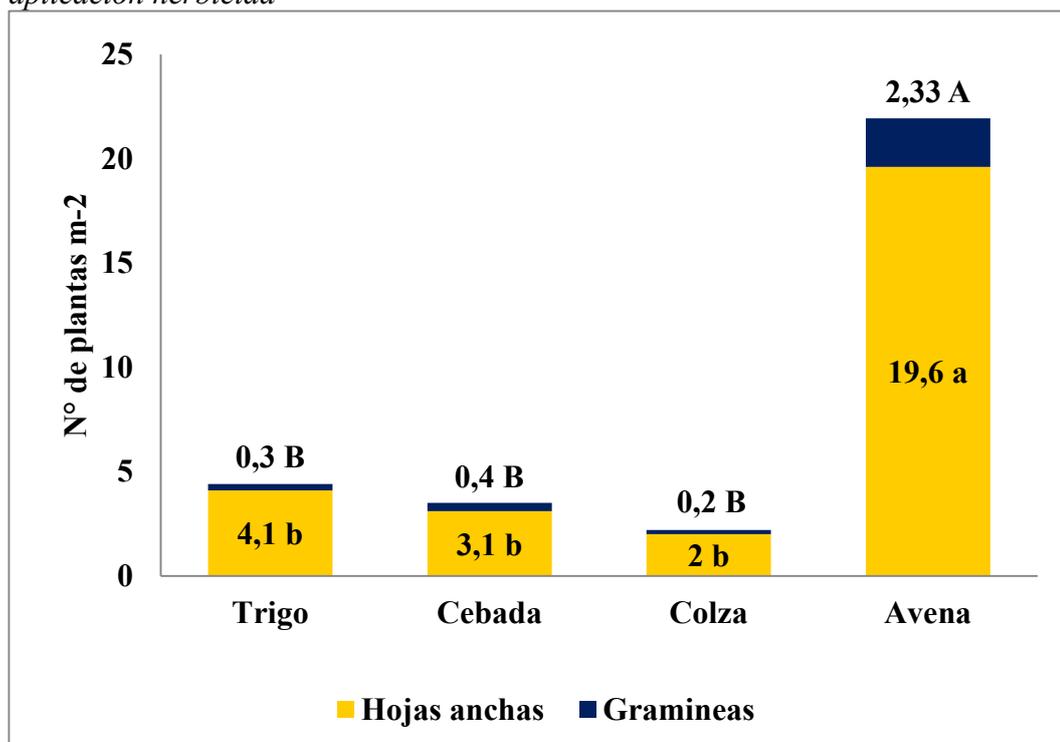
En Trigo y Cebada las aplicaciones fueron: de Pinoadex (pinoaden), buscando el control de raigrás y Boydal (diflufenicanl) y de 2,4D60 tampa (2,4-D), con el objetivo de controlar malezas de hoja ancha. De estos dos herbicidas mencionados, Boydal presentó una mayor residualidad, lo que permitió ayudar a los cultivos de trigo y cebada continuar su desarrollo con menos emergencias de nuevas malezas.

El enmalezamiento disminuyó de manera notoria en los distintos tratamientos en esta evaluación, siendo la cobertura de malezas inferior al 20% en todos los tratamientos. Esto debido principalmente a las aplicaciones realizadas que lograron un buen control. En el caso de la avena, cultivo al que no se le realizó ninguna aplicación, también fue menor la cobertura de malezas pudiendo deberse a factores competitivos como la buena cobertura del suelo que logró dicho cultivo a esta fecha y un mayor sombreado.

El enmalezamiento en general fue compuesto en mayoría por especies de hoja ancha en primeras etapas de desarrollo, esto debido a que emergieron luego de las aplicaciones mencionadas, aunque tanto en cereales como en colza se pudo encontrar el raigrás con un desarrollo de más de 5 macollos, indicando que hubieron plantas que lograron sobrevivir a las aplicaciones realizadas, por otra parte en el cultivo de avena se hizo presente el raigrás con un desarrollo de más de 5 macollos, al igual que las malezas de hoja ancha que también se encontraban en etapas más avanzadas de su desarrollo comparado con el resto de cultivos.

Figura 4

Malezas gramíneas y hojas anchas (N° plantas m-2) según cultivo de invierno post aplicación herbicida



Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$). Letras mayúsculas corresponden a la significancia entre malezas gramíneas. Letras minúsculas corresponden a la significancia entre malezas de hoja ancha.

5.2.3 Tercera evaluación de enmalezamiento - 60 días post-aplicación de tratamientos herbicidas en cultivos

En la tercera evaluación realizada se puede apreciar diferencias significativas en número de malezas, siendo trigo y cebada los cultivos que presentaron menor número de malezas, respecto avena, mientras colza presentó resultados intermedios.

Cuadro 9

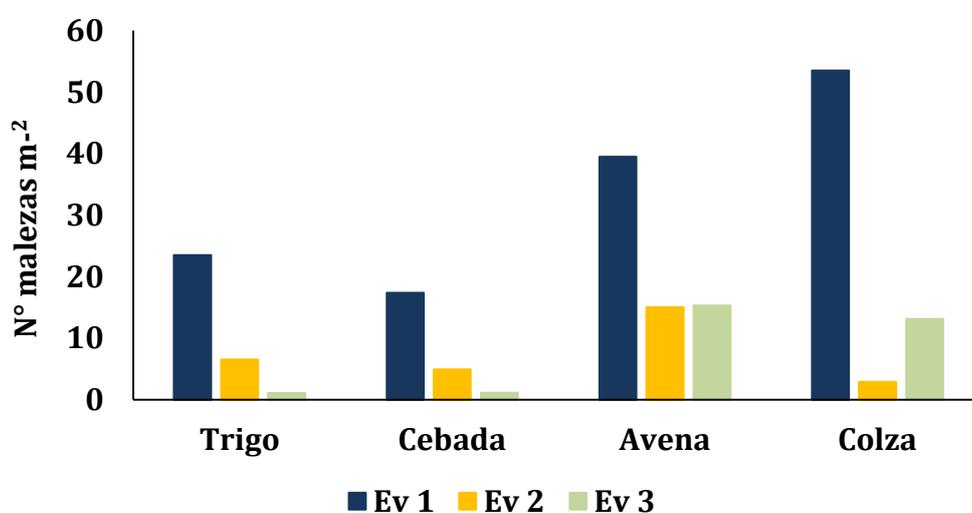
Malezas totales (N° plantas m-2) según cultivo de invierno post aplicación de herbicida

Malezas totales (n° pl. m2)	
Avena	15,33 A
Colza	13,13 AB
Trigo	1,07 B
Cebada	1,13 B

Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$).

Figura 5

Dinámica de Malezas totales (N° plantas m-2) según cultivo de invierno y evaluación



Si observamos la dinámica del enmalezamiento en las tres primeras evaluaciones (figura 5), podemos apreciar que los cultivos que lograron una

continua disminución del número de malezas hasta ese momento fueron trigo, cebada. Si bien el efecto herbicida fue una de las principales causas de esta disminución, el nivel de enmalezamiento continuó disminuyendo hasta 60 días post aplicación, impidiendo que este efecto se le atribuya únicamente a la residualidad del Boydal. El exitoso manejo del enmalezamiento se explica por la interferencia que lograron estos cultivos sobre las malezas presentes mediante la competencia por luz y nutrientes además del potencial efecto de alelopatía que presenta la cebada Arrayán. En el caso del cultivo de servicio también pudo notarse una importante disminución del nivel de enmalezamiento entre la primer y segunda evaluación, y luego manteniendo ese nivel en la tercer evaluación realizada, atribuyendo esto a lo mencionado en la evaluación 1 donde se menciona que los cultivos de servicio no afectan las emergencias de malezas pero si su sobrevivencia.

Cuadro 10

Malezas por especie (N° plantas m⁻²) que alcanzaron el estado reproductivo en avena

Espece	N° plantas m ⁻² en estado reproductivo
<i>Lotus sp</i>	2
<i>Acicarpha tribuloides</i>	0,6
Brassica sp	0,2
<i>Veronica pérsica</i>	0,13
<i>Anagallis arvensis</i>	0,13
<i>Total</i>	3,06

Las malezas más presentes en ese momento para el cultivo de avena fueron *Lolium multiflorum*, *Apium leptophyllum* y *Lotus sp*, Las cuales si se comparan como se encontraban en la evaluación anterior, se evidencia que hubo un desarrollo de las mismas, aunque sólo alcanzando el estado reproductivo *Lotus sp*. Además de estas malezas mencionadas, también destacamos las malezas que se encontraron en estado reproductivo, las cuales fueron *Anagallis arvensis*, *Veronica persica*, *Brassica sp*, y *Acicarhpa tribuloides* aunque todas estas presentes en muy bajo número como indica el cuadro 10, lograron alcanzar el estado reproductivo antes de la desecación del cultivo, pudiendo aportar semillas

al banco del suelo, en este caso la recomendación para evitar que esto suceda es llevar un monitoreo del estado de desarrollo de las malezas y adelantar la desecación del cultivo antes que las malezas presentes alcancen el estado reproductivo.

Por otra parte el cultivo de colza presentó hasta la evaluación 2, una importante reducción en el número de malezas explicada por el efecto de la aplicación herbicida logrando un excelente control. A pesar de esto, pasada esta fecha de evaluación, no mantuvo este efecto y el enmalezamiento volvió a aumentar terminando con valores que no se diferencian significativamente del cultivo de avena sin aplicación. Estos resultados se deben al bajo nivel de interferencia que presentó el cultivo de colza en contraposición al cultivo de avena, que desarrolló características de gran interferencia.

Para el cultivo de colza las malezas que destacaron en cantidad fueron *Bowlesia incana*, *Ammi Visnaga* y *Conyza bonarensis*. Dichas malezas ya venían presentes desde la anterior evaluación dado que no se encuentran dentro del abanico de control del herbicida Redex. A su vez las malezas que lograron alcanzar el estado reproductivo fueron *Acicarpa tribuloides*, *Gamochoeta spicata* y *Senecio sp*, aunque el número de plantas de estas fue bajo.

5.2.4 Evaluación de enmalezamiento en pre cosecha

En esta evaluación los cultivos que presentaron menor nivel de enmalezamiento fueron avena, cebada y trigo, diferenciándose significativamente del cultivo de Colza, cultivo que presentó un mayor número de malezas totales.

Cuadro 11

Malezas totales (N° plantas m-2) según cultivo de invierno en pre cosecha

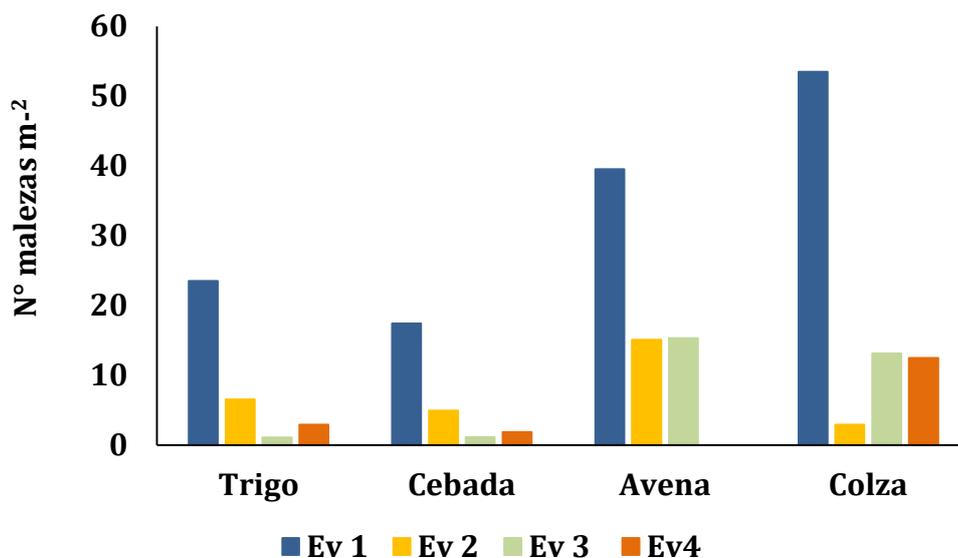
Malezas totales (n° pl m2)	
Colza	12,47 A
Trigo	2,93 B
Cebada	1,87 B
Avena	0 B

Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$).

Esta última evaluación fue realizada 41 días luego de la desecación del cultivo de avena, donde se utilizaron herbicidas específicos que contemplaran en su espectro de acción las especies de malezas presentes, siendo esta aplicación además de las condiciones climáticas lo que explican la nula cobertura de malezas en este momento.

Figura 6

Dinámica de Malezas totales (N° plantas m-2) según cultivo de invierno y fecha de evaluación



Si se observa la dinámica del enmalezamiento en la figura 6 desde la evaluación 1 a la 4, se nota que el nivel de enmalezamiento tanto en los cultivos de cereales como en colza disminuyeron después de las aplicaciones de

herbicidas, sin embargo solo para el caso de trigo y cebada el número de malezas totales logró mantenerse por debajo de 5 plantas m^{-2} post aplicación, mientras que en el cultivo de colza el nivel post aplicación se mantuvo no pudo mantenerse sino que aumentó, hasta 13 plantas m^{-2} . A su vez la dinámica de malezas dentro del cultivo de avena que se encontraba como cultivo de servicio se puede decir que se asemejó a los cultivos cereales en la primera parte. Ya que pasó de 40 plantas m^{-2} de malezas a 15 plantas m^{-2} , sin aumentar ni disminuir dicho número en la evaluación 3 y pasando a 0 plantas m^{-2} en la evaluación 4 donde ya se había desecado, y si bien se logró obtener un barbecho limpio de malezas para el próximo cultivo, una herramienta a considerar es adelantar la fecha de la desecación del cultivo de servicio antes que las malezas alcancen el estado reproductivo ya que de esa manera se podría haber evitado que semillaran malezas como *Lotus sp*, *Anagallis arvensis*, *Veronica persica*, *Brassica sp*, y *Acicarpa tribuloides*, de esta manera poder lograr un mejor control de malezas y mejorar el aporte que el cultivo de servicio le puede brindar al sistema.

En el cultivo de trigo las malezas que se encontraron al momento de la evaluación 4 fueron *Lolium multiflorum*, *Ammi visnaga*, *Digitaria sanguinalis* y *Centaureum pulchellum*, todas estas en estado vegetativo y representando el 50% del total de malezas del cultivo, mientras que el restante 50% representado por *Anthemis cotula* en estado reproductivo como se representa en el cuadro 12.

Cuadro 12

Malezas por especie (N° plantas m-2) y su porcentaje en el total de malezas en trigo

Especie	N° plantas m ⁻²	%
<i>Anthemis cotula</i>	1,46	50%
Total reproductivo	1,46	50%
<i>Lolium multiflorum</i>	0,13	5%
<i>Ammi Visnaga</i>	0.93	32%
<i>Centaureum pulchellum</i>	0,2	7%
<i>Digitaria sanguinalis</i>	0,2	7%
Total vegetativo	1,47	50%

En cebada como representa el cuadro 13 se encontraron, *Anagallis arvensis*, *Ammi Visnaga*, *Sonchus oleraceus*, en estado vegetativo y representando el 70% del total de las malezas en este cultivo, mientras que *Lotus sp*, *Lolium multiflorum*, *Anthemis cotula* y *Gamochaeta spicata* representaron el 30% restante pero estas últimas alcanzando el estado reproductivo.

Cuadro 13

Nº de malezas (plantas por m²) y su porcentaje en el total de malezas en cebada

Especie	Nº m ²	%
<i>Lolium multiflorum</i>	0,4	22%
<i>Lotus sp</i>	0,4	22%
<i>Gamochaeta spicata</i>	0,27	15%
<i>Anthemis cotula</i>	0,2	11%
Total en reproductivo	1,27	70%
<i>Anagallis arvensis</i>	0,27	15%
<i>Ammi Visnaga</i>	0,2	11%
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,07	4%
Total en vegetativo	0,53	30%

Colza fue el cultivo que al momento de la 4ta evaluación presentó mayor número de malezas comparado con los cultivos cereales como se dijo anteriormente. Las especies fueron *Ammi visnaga*, *Conyza bonaerensis*, *Bowlesia incana*, *Lolium multiflorum*, *Apium leptophyllum*, *Digitaria sanguinalis*, en estado vegetativo, representando el 81% de las malezas de este cultivo y por otra parte el restante 19% compuesto por *Anagallis arvensis*, *Gamochaeta spicata*, *Anthemis cotula* y *Acicarpa tribuloides*, todas estas en estado reproductivo como se representa en el cuadro 14.

Cuadro 14

Nº de malezas (plantas por m-2) y su porcentaje en el total de malezas en colza

Espece	Nº m ⁻²	%
<i>Gamochaeta spicata</i>	1,2	10%
<i>Acicarpa tribuloides</i>	0,53	5%
<i>Anagallis arvensis</i>	0,47	4%
<i>Anthemis cotula</i>	0,07	1%
Total en reproductivo	2,27	19%
<i>Ammis visnaga</i>	7,53	64%
<i>Conyza bonaerensis</i>	1,4	12%
<i>Digitaria sanguinalis</i>	0,4	3%
<i>Bowlesia Incana</i>	0,07	1%
<i>Lolium multiflorum</i>	0,07	1%
<i>Apium leptophyllum</i>	0,07	1%
Total en vegetativo	9,53	81%

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos revelan diferencias en los efectos de los cultivos y sus manejos asociados sobre los procesos biológicos (establecimiento, crecimiento, desarrollo y reproducción) de las malezas presentes.

En cuanto al establecimiento de malezas, se vieron diferencias entre los cultivos siendo cebada el que presentó mejores resultados. Colza y avena fueron los responsables del mayor establecimiento de malezas, mientras trigo mostró resultados intermedios, aunque numéricamente similares a cebada.

En el crecimiento y desarrollo del enmalezamiento también se obtuvieron diferencias, siendo los cultivos de cebada y trigo quienes durante todo su ciclo lograron una continua disminución del enmalezamiento, tanto por los tratamientos herbicidas como por la interferencia de estos cultivos. El cultivo de colza fue el cultivo que mejor respondió al tratamiento herbicida disminuyendo notoriamente el número de malezas, pero debido a la baja interferencia que causó el cultivo, el nivel de enmalezamiento volvió a subir evitando diferenciarse del cultivo de servicio, el cual a pesar de no recibir tratamiento herbicida logró una disminución importante del número de malezas debido a la interferencia que logró.

En cuanto a la reproducción de las malezas, también se visualizaron diferencias entre los tratamientos cultivo. Avena fue el cultivo donde un mayor número de malezas alcanzó el estado reproductivo ($46 \text{ pl } m^{-2}$), seguido por colza (34), trigo (22) y cebada (19), generando que la inclusión de estos cultivos aporte problemáticas asociadas diferenciales al sistema.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acciaresi, H., Sobrero, M. T., & Leguizamón, E. (2014). Interacción maleza-cultivo I: Competencia, teorías, recursos y factores; estrategias competitivas. En O. A. Fernández, E. S. Leguizamón, & H. Acciaresi (Eds.), *Malezas e invasoras de la Argentina: Tomo 1. Ecología y manejo* (pp. 171-197). Ediuns.
https://www.researchgate.net/publication/268520792_Crop-Weed_Interactions
- Alzueta, I., Ferrari, C., Abeledo, G., & Miralles, D. (2012, 16-19 de octubre). *Patrón diferencial de macollaje entre trigo y cebada ante condiciones ambientales contrastantes* [Contribución]. Reunión Anual Red 110RT0394, Porto Alegre.
[http://www.metrice.udl.cat/es/misc/taller_portoalegre/presentaciones/Macollaje%20en%20trigo%20y%20cebada%20\(I.%20Alzueta\).pdf](http://www.metrice.udl.cat/es/misc/taller_portoalegre/presentaciones/Macollaje%20en%20trigo%20y%20cebada%20(I.%20Alzueta).pdf)
- Anand, A. (2013). *Effects of competitive and allelopathic interactions on field pea and soybean under organic management* [Tesis de maestría, North Dakota State University]. NDSU Libraries.
[https://library.ndsu.edu/ir/bitstream/handle/10365/27099/Effects%20of%20Competitive%20and%20Allelopathic%20Interactions%20on%20Field%20Pea%20and%20Soybean%20under%20Organic%20Management.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Plant%20Interference,-Plant%20interference%20is&text=According%20to%20Vandermeer%20\(1989\)%2C,interact%20indirectly%20through%20the%20environment](https://library.ndsu.edu/ir/bitstream/handle/10365/27099/Effects%20of%20Competitive%20and%20Allelopathic%20Interactions%20on%20Field%20Pea%20and%20Soybean%20under%20Organic%20Management.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Plant%20Interference,-Plant%20interference%20is&text=According%20to%20Vandermeer%20(1989)%2C,interact%20indirectly%20through%20the%20environment)
- Andriolo, F., & Berger, P. (2019). *Efectos de la especie y manejo de cultivos de servicio en el enmalezamiento invernal* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/29428>

- Baigorria, T., Cazorla, C., Belliccini, P., Aimetta, B., Pegoraro, V., Boccolini, M., & Álvarez, C. (2014, 5-9 de mayo). *Efecto del rolado de cultivos de cobertura sobre la dinámica de agua y malezas* [Contribución]. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, II Reunión Nacional “Materia orgánica y sustancias húmicas”, Bahía Blanca.
https://www.researchgate.net/publication/265105959_EFECTO_DEL_ROLADO_DE_CULTIVOS_DE_COBERTURA SOBRE LA DINAMICA DE AGUA Y MALEZAS
- Bertholdsson, N. O. (2004). Variation in allelopathic activity over one hundred years of barley selection and breeding. *Weed Research*, 44(2), 78-86.
- Bertholdsson, N. O. (2005). Early vigour and allelopathy: Two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness with weeds. *Weed Research*, 45(2), 94-102.
- Buratovichy, M. V., & Acciaresi, H. A. (2018253). Cultivos de cobertura como moduladores de la emergencia de malezas naturales. En Asociación Argentina de Ciencia de las Malezas (Ed.), *II Congreso Argentino de Malezas: Ciencia, producción y sociedad: Hacia un manejo sustentable* (pp. 253-255).
<http://www.asacim.org.ar/wp-content/uploads/2019/10/Argentina-2018.pdf>
- Capurro Barcia, P., & Sotelo Rico, E. (2010). *Interferencia alelopática de cultivos de cebada sobre Lolium multiflorum L.* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri.
<https://hdl.handle.net/20.500.12008/23530>
- Cena, M. E., & Acciaresi, H. A. (2018). Vigor inicial de variedades de trigo y su relación con la capacidad supresiva de malezas. *Revista de Tecnología Agropecuaria*, 10(36), 48-50. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/2484>

- Chiola Ríos, M., & Mora González, E. (2011). *Evaluación de la capacidad de interferencia sobre raigrás (Lolium multiflorum L.) en 5 cultivares de cebada cervecera* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9707/1/3717chi.pdf>
- Coleman, M., Kristiansen, P., Sindel, B., & Fyfe, C. (2021). *Wild radish (Raphanus raphanistrum): Weed management guide for Australian vegetable production*. University of New England.
https://www.une.edu.au/_data/assets/pdf_file/0005/350249/une-weeds-wild-radish.pdf
- Collares, M. (2018). *Factores suelo y planta en la expresión de la actividad alelopática en cultivares de cebada* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Costa, L., & Rizzardi, M. (2014). Resistance of *Raphanus raphanistrum* to the herbicide metsulfuron-methyl. *Planta Daninha*, 32(1), 181-187.
- Cousens, R., & Mortimer, M. (1995). *Dynamics of weed populations*. Cambridge University Press.
- Della Valle Vivo, E., & Ferrari Gallotti, J. (2011). *Susceptibilidad de Lolium multiflorum Lam. a aplicaciones de glifosato en rastrojos de cultivos de verano* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/9685>
- Díaz, J. (2017). *Maleza principal, muy frecuente en todo tipo de cultivos: Rábano*. INIA; Ministerio de Agricultura.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67014/Ficha%20T%C3%A9cnica%20INIA%20N%C2%B0%2093?sequence=1&isAllowed=y>
- Ferber, C. (2016). *Efecto de distintas coberturas invernales en la dinámica del enmalezamiento* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.

- Fernández, G. (2017). Diferencias entre cultivares de cebada en su habilidad competitiva frente a raigrás. *Cangüé*, (38), 19-22.
http://www.eemac.edu.uy/cangue/joomdocs/cangue_38/Cangue38_diferencias.pdf
- Fernández, G. (2022, 5-6 de abril). *Colza en el sistema y su relación con malezas resistentes* [Contribución]. 2º Jornada Nacional de Cultivos de Invierno, Uruguay.
http://fucreea.org/system/comfy/cms/files/files/000/001/747/original/Colza_y_malezas_resistentes_Grisel_Ferna%CC%81ndez.pdf
- Fernández, O. A. (1982). Manejo integrado de malezas. *Planta Daninha*, 5(2), 69-79.
<https://www.scielo.br/j/pd/a/Cxn84R98Nt8sx767cXSCZgF/?format=pdf&lang=es>
- García Torres, L., & Fernández Quinanilla, C. (1991). *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*. Mundi-Prensa.
- Gigón, R., Vigna, M., & Yannicari, M. (2017). *Manejo de Malezas problema: Raigrás (Lolium spp.): Bases para su manejo y control en sistemas de producción*. REM; AAPRESID.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/74231/CONICET_Digital_Nro.70654280-6e98-4577-9024-ae9be859a785_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Gilsanz, J. C., & Aranda, S. (2009). *Evaluación del Efecto Alelopático en el tiempo de dos Especies de Abonos Verdes, Avena Negra (Avena strigosa Schreb) y Girasol (Helianthus annuus L.)*. INIA.
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429181210165313.pdf>
- Giménez, A., Ríos, A., & García, A. (1992). *Malezas problema en cereales de invierno: Raigrás (Lolium multiflorum)*. INIA.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2723/1/111219240807154931.pdf>

- Gismano, L. (2020). *Control de Lolium multiflorum (raigrás) presumiblemente resistente a glifosato* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de La Plata]. SEDICI.
https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/SEDICI_913b64820d9c1c68ac2ac43a992991e3
- Grahmann, K., Quincke, A., Barolín, E., & Ciganda, V. (2020). Cultivos de cobertura: Reducción de la erosión y aportes a la nutrición del suelo El caso de la mezcla de centeno (Secale cereale) con Vicia Villosa. *Revista INIA*, (60), 71-74.
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/Rev-INIA-60-Marzo-2020-p-71-74.pdf>
- Hannaway, D., Fransen, S., Cropper, J., Teel, M., Chaney, M., Griggs, T., Halse, R., Hart, J., Cheeke, P., Hansen, D., Klinger, R. & Lane, W. (1999). *Annual Ryegrass (Lolium multiflorum lam.)*. Oregon State University.
https://ir.library.oregonstate.edu/concern/administrative_report_or_publications/cf95jb75s
- Hashem, A., & Wilkins, N. (2002). Competitiveness and persistence of wild radish (*Raphanus raphanistrum* L.) in a wheat-lupin rotation. En H. Spafford Jacob, J. Dodd, & J. H. Moore (Eds.), *13th Australian Weeds Conference* (pp. 712-715). Council of Australian Weed Science Societies.
- Heap, I. (2024). The International Herbicide-Resistant Weed Database.
<http://www.weedscience.org>
- Irigoyen, A., & Perrachon, J. (2012). Yerba Carnicera (*Conyza bonaerensis*) Aumenta su presencia en praderas y cultivos en el Uruguay. *Revista del Plan Agropecuario*, (142), 56-60.
https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R142/R_142_56.pdf
- Kim, K., & Shin, D. (2004). La importancia de la alelopatía en la obtención de nuevos cultivares. En R. Labrada (Ed.), *Manejo de malezas para países en desarrollo*. FAO. <https://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0f.htm#TopOfPage>

- Korres, N. E., & Froud-Williams, R. J. (2002). Effects of winter wheat cultivars and seed rate on the biological characteristics of naturally occurring weed flora. *Weed Research*, 42(6), 417-428. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2002.00302.x>
- Kremer, R. J., & Ben-Hammouda, M. (2009). Allelopathic plants: 19. Barley (*Hordeum vulgare* L). *Allelopathy Journal*, 24(2), 225-242. <https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/50701000/cswq-0424-kremer.pdf>
- Kruk, B. (2015). Disminución de la emergencia de malezas en diferentes escenarios agrícolas bajo siembra directa. *Agronomía & Ambiente*, 35(2), 179-190. <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/47/46>
- Labrada, R., Caseley J. C., & Parker, C. (1996). *Manejo de malezas para países en desarrollo*. FAO. https://ia600204.us.archive.org/10/items/bub_gb_i7inikglZZEC/bub_gb_i7inikglZZEC.pdf
- Leguizamón, E. (2007). *Ecología y dinámica poblacional de malezas: Bases para su manejo racional*. CONICET.
- Leguizamón, E., Suárez, C. E., & Fernández, O. A. (2014). Ecología de malezas I: Poblaciones vegetales. En O. Fernández, E. Leguizamón, & H. Acciaresi (Eds.), *Malezas e Invasoras de la Argentina: Tomo I. Ecología y Manejo*. (pp. 101-138). https://www.researchgate.net/publication/343095836_Ecologia_de_Malezas_I_Poblaciones_vegetales
- Liebl, R., & Worsham, A. D. (1987). Interference of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) in wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Science*, 35(6), 819-820. https://www.jstor.org/stable/4044577?read-now=1&seq=1#page_scan_tab_contents
- Liebman, M., & Dyck, E. (1993). Crop Rotation and Intercropping Strategies for Weed Management. *Ecological Applications*, 3(1), 92-122. <https://doi.org/10.2307/1941795>

- Liebman, M., & Davis, A. S. (2000). Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research*, 40(1), 27-47. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2000.00164.x>
- Marchiori, A. E., & Inze, J. P. (2015). *Diversidad y manejo de malezas otoño invernales asociadas a cultivos de soja y maíz en la región centro-noreste de Córdoba* [Trabajo final de grado, Universidad Nacional de Córdoba]. RDU-UNC. <http://hdl.handle.net/11086/2591>
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2018). *Informe final: Proyecto plaguicidas GCP URU/023/GFF Acuerdo FAO/FAGRO-UDELAR*. https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/CdA_1_FAGRO_Informe_Final.pdf
- Miralles, D. J., González, F. G., Abeledo, L. G., Serrago, R. A., Alzueta, I., García, G. A., De San Celedonio, R. P., & Lo Valvo, P. J. (2014). *Manual de trigo y cebada para el cono sur procesos fisiológicos y bases de manejo*. Orientación gráfica. <http://hdl.handle.net/11336/137280>
- Mortimer, A. M. (1990). The biology weeds. En R. J. Hance & K. Holly (Eds.), *Weed control handbook: Principles* (pp. 1-42). Wiley-Blackwell.
- O'Byrne, D. J., Currey, W. L., & Brecke, B. J. (1986). *Wild radish control and competition in winter wheat* [Contribución]. Proceedings, Southern Weed Science Society, 39th Annual Meeting, Florida.
- Papa, J. C. (2019). Introducción al manejo integrado de malezas. *Agrovisión Profesional*, (101). <https://www.agrovisionprofesional.com.ar/2019/12/introduccion-al-manejo-integrado-de-malezas/>
- Pareja, M. R. (1985, 14-27 de octubre). *Biología y ecología de malezas como base para el desarrollo de programa de manejo integrado de malezas (MIM)* [Contribución]. Seminario Taller de malezas, Ciudad de Panamá. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5829/biologia_ecologia_de_malezas?sequence=1

- Raman, H., Shamaya N., & Pratley J. (2018). Genetic variation for weed competition and allelopathy in rapessed (*Brassica napus* L.). En R. Radhakrishnan (Ed.), *Biological approaches for controlling weeds*. <https://www.intechopen.com/chapters/62692>
- Rice, E. (1974). *Allelopathy*. Academic Press.
<http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/43449/1/Elroy%20L.%20Rice.pdf>
- Rigon, J., Capuani, S., Cherubin, M., Wastowski, A., & Da Rosa, G. (2012). Allelopathic effects of aqueous extract of *Brassica napus* on germination of seeds of *Phaseolus vulgaris*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7(3), 451-455. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119024529013>
- Ríos, A., Fernández, G., & Collares, L. (2005). Estudio de las comunidades de malezas asociadas a los sistemas de siembra directa en Uruguay. En A. Ríos (Ed.), *Seminario-Taller iberoamericano de Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos* (pp. 129-141). INIA.
http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/webseminariomalezas/articulos/riosamalia.pdf
- Rossi, C., García, M. A., Kaspary, T., & Marques, S. (2019). *Raigrás: Cultivo forrajero y maleza: Consideraciones para su manejo en la fase invernal de nuestros sistemas agrícolas y agrícola-ganaderos*. INIA.
http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20La%20Estanzuela/Actividades%202019/control%20de%20raigras_abril_2019_INIA%20La%20Estanzuela.pdf
- Sampietro, D. A. (2003). *Alelopatía: Conceptos, características, metodología de estudio e importancia*. Universidad Nacional del Nordeste.
<http://www.biologia.edu.ar/plantas/alelopatia.htm>
- Taberner Palou, A. (1996). *Biología de *Lolium rigidum* Gaud. como planta infestante del cultivo de cebada: Aplicación al establecimiento de métodos de control* [Disertación doctoral, Universitat de Lleida]. TDX.
<http://hdl.handle.net/10803/8206>

- Travlos, I. S. (2012). Reduced herbicide rates for an effective weed control in competitive wheat cultivars. *International Journal of Plant Production*, 6(1), 1-14.
https://ijpp.gau.ac.ir/article_667_793ed7c3f819dd4e87adf6debca348d6.pdf
- Uddin, M. R., Park, S. U., Dayan, F. E., & Pyon, J. Y. (2014). Herbicidal activity of formulated sorgoleone, a natural product of sorghum root exudate. *Pest Management Science*, 70(2), 252-257. <https://doi.org/10.1002/ps.3550>
- Vigna, M. R., Gigon, R., Vallati, A. Robledo, M., & López, R. L. (2012, 3-5 de octubre). *Posibilidades de control químico de malezas en cultivos de colza (Brassica napus L.) en el sur de Buenos Aires* [Contribución]. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, San Luis.
<https://www.sinavimo.gob.ar/bibliografia/posibilidades-de-control-quimico-de-malezas-en-el-cultivo-de-colza-brassica-napus-l-en>
- Vitta, J. (2004). *Competencia entre cultivos y malezas*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/12-competencia_cultivos_malezas.pdf
- Warwick, I., & Francis, A. (2018). The biology of Canadian weeds: 132. *Raphanus raphanistrum*. L. *Canadian Journal of Plant Science*, 85(3), 709-726. <https://cdnsiencepub.com/doi/pdf/10.4141/P04-120>
- Watson, P. R., Derksen, D. A., & Van Acker, R. C. (2006). The ability of 29 Barley cultivars to compete and withstand competition. *Weed Science*, 54(4), 783-729. <http://www.jstor.org/stable/4539462>
- Weston, L. A. (2005). History and current trends in the use of allelopathy for weed management. *Horttechnology*, 15, 529-534.
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.15.3.0529>
- Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D., Haig, T., & An, M. (2001). Screening Methods for the Evaluation of Crop Allelopathic Potential. *Botanical Review*, 67(3), 403-415. <http://www.jstor.org/stable/4354396>

Yanniccari, M. E., Gigón, R., Molfese, E., Istilart, C. M., & Astiz, V. (2016).

Pérdidas de rendimiento en trigo y cebada asociadas a la interacción con

Lolium perenne. INTA. <http://hdl.handle.net/11336/123884>