

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EFFECTO DE LA SECUENCIA DE CULTIVOS INVERNALES SOBRE LA
DINÁMICA DE MALEZAS INVERNALES**

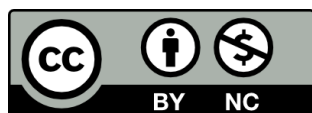
por

Laura ROVETTA OLIVARES
Lucía SUÁREZ AMBIELLE

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2025

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia
“Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial**”.



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Ing. Agr. (MSc) Luciana Rey Arocena

Tribunal:

Ing. Agr. (MSc) Isabel García

Ing. Agr. (MSc) Winnona Saracho

Ing. Agr. (MSc) Luciana Rey Arocena

Fecha: 15 de setiembre de 2025

Estudiante:

Laura Rovetta Olivares

Lucía Suárez Ambielle

AGRADECIMIENTOS

El mayor agradecimiento es a nuestra familia, pareja y amigos por el apoyo incondicional durante el desarrollo de nuestra carrera.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, a nuestra tutora del trabajo final de grado Luciana Rey y a los integrantes de la biblioteca de la Facultad, por su apoyo constante durante este proceso de formación académica.

A todos ellos, ¡muchas gracias!

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	7
RESUMEN.....	9
SUMMARY	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 ECOFISIOLOGÍA DE LAS MALEZAS	12
2.1.1 Interferencia.....	13
2.1.2 Problemática de resistencia en malezas	13
2.2. MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS	14
2.2.1 - <i>Lolium multiflorum</i>	15
2.2.2. <i>Raphanus raphanistrum</i>	16
2.2.3. Banco de semillas	17
2.2.4. Tecnologías asociadas a los cultivos	18
2.2.5. Secuencia de cultivos invernales y manejo de la rotación	19
2.3. ANTECEDENTES	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL 2022- 2023	21
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS 2022 - 2023.....	21
3.3 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN	23
3.4 DETERMINACIONES Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.....	25
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO	29
4.2 ENMALEZAMIENTO	30

4.2.1 Primera evaluación - enmalezamiento en el barbecho otoñal	30
4.2.2. Segunda evaluación con cultivos sembrados, pre aplicación de tratamientos herbicidas	35
4.2.3. Tercer evaluación post aplicación de tratamiento herbicida	39
4.2.4. Cuarta evaluación - 40 días post aplicación de tratamiento herbicida	41
4.2.5. Quinta evaluación - 72 días post aplicación de tratamiento herbicida	43
4.2.6. Sexta evaluación - pre cosecha.	45
5. CONCLUSIÓN	49
6. BIBLIOGRAFÍA	50

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla N°	Página
Tabla 1 Tratamientos herbicidas pre siembra y dosis utilizadas	23
Tabla 2 Fecha de siembra y fertilización	24
Tabla 3 Tratamientos post emergencia	25
Tabla 4 Tratamiento desecación del cultivo de avena	25
Tabla 5 Cronograma de actividades realizadas.....	26
Tabla 6 Escala de determinación de estado de desarrollo	26
Tabla 7 Densidad de malezas (pl/m ²) presentes en el barbecho 2023 según cultivo antecesor	33
Tabla 8 Implantación por cultivo según antecesor	39
Tabla 9 Enmalezamiento de las evaluaciones 2 y 3	40
Tabla 10 Enmalezamiento latifoliado presente según cultivo en cada antecesor	41
Tabla 11 Malezas que alcanzaron estado reproductivo a fin del ensayo	48
Figura N°	Página
Figura 1 Mapa de la ubicación del ensayo.....	21
Figura 2 Diseño experimental del ensayo 2022	22
Figura 3 Diagrama del diseño experimental 2023.....	23
Figura 4 Temperatura y precipitaciones año 2023 y promedios del año 2012 a 2022 en EEMAC	29
Figura 5 Re infestación potencial 2022 y re infestación real de malezas 2023 según cultivo antecesor	31
Figura 6 Cobertura de rastrojo y re infestación real de malezas en el año 2023	34
Figura 7 Densidad de enmalezamiento (n° m ⁻²) según cultivo y antecesor invernal ...	36
Figura 8 Tipo de enmalezamiento según cultivo 2023 en cada antecesor invernal en evaluación 2.....	38

Figura 9 Densidad de enmalezamiento ($N^{\circ} m^{-2}$) según cultivo y antecesor invernal en evaluación 3 y 4	42
Figura 10 Densidad de enmalezamiento ($N^{\circ} m^{-2}$) según cultivo y antecesor invernal en evaluación 4 y 5	43
Figura 11 Porcentaje de suelo cubierto por las malezas y el cultivo 2023 según antecesor	44
Figura 12 Porcentaje de suelo cubierto por las malezas y el cultivo 2023 según antecesor	46
Figura 13 Enmalezamiento por cultivo según antecesor en evaluación 1 y 6	47

RESUMEN

Las malezas representan una de las principales limitantes para lograr una producción agrícola eficiente, afectando el rendimiento de los cultivos a través de su abundancia, composición e interferencia. La creciente problemática de resistencia a las herramientas de control químico por parte de las malezas, resalta la necesidad de estudiar herramientas que implementen un Manejo Integrado de Malezas. Dentro de estas estrategias, la planificación de la secuencia de cultivos es clave, ya que permite diversificar tecnologías asociadas afectando los procesos biológicos de las malezas. El objetivo de este trabajo final fue estudiar el efecto de diferentes secuencias de cultivos invernales sobre las malezas invernales. En 2023 se establecieron cultivos de trigo, cebada, colza y avena sobre cada uno de los cultivos invernales del año anterior generando dentro del DBCA del año anterior, un diseño de parcelas divididas. De esta forma se evaluaron todas las combinaciones invernales posibles, excepto trigo sobre trigo, cebada sobre cebada y trigo sobre cebada (o viceversa), por razones sanitarias. Se realizaron evaluaciones mensuales con el fin de registrar las especies de malezas presentes, el número de plantas por especie, su estado de desarrollo y el porcentaje de cobertura ocupado por malezas y cultivo. Los resultados mostraron diferencias significativas en el enmalezamiento entre las distintas secuencias de cultivos, con una interacción entre antecesor 2022 y cultivo 2023. Al final del ciclo, los cultivos cereales redujeron el enmalezamiento independientemente del cultivo previo, mientras que el cultivo de colza no logró este efecto en ninguna de las secuencias evaluadas. Esto se explica por las características de cada cultivo y las diferentes tecnologías disponibles, como el control químico, destacando la importancia de la secuencia de cultivos dentro del Manejo Integrado de Malezas.

Palabras clave: enmalezamiento, cultivos invernales, secuencia, interacción

SUMMARY

Weeds represent one of the main constraints to efficient agricultural production, affecting crop yields through their abundance, composition and interference. The growing problem of resistance to chemical control tools by weeds highlights the need to study tools that implement Integrated Weed Management. Within these strategies, crop sequence planning is key, since it allows diversifying associated technologies affecting the biological processes of weeds. The aim of this final work was to study the effect of different winter crop sequences on winter weeds. In 2023 wheat, barley, canola and oats were established over each of the previous year's winter crops, resulting in a split-plot design within the previous year's DBCA. In this way, all possible winter combinations were evaluated, except wheat after wheat, barley after barley and wheat after barley (or vice versa), for sanitary reasons. Weed species, the number of plants per species, their stage of development and the percentage of cover occupied by weeds and crop were recorded monthly. The results showed significant differences in weed infestation among the different crop sequences, with an interaction between the 2022 preceding crop and the 2023 crop. At the end of the cycle, the cereal crops reduced the weed infestation, regardless of the predecessor on which they were sown, while the rapeseed crop did not achieve this effect in any of the sequences evaluated. This is explained by the characteristics of each crop and the different technologies available, such as chemical control, highlighting the importance of crop sequence within Integrated Weed Management.

Key words: weeding, winter crops, sequence, interaction

1. INTRODUCCIÓN

Las malezas representan una de las principales limitantes para lograr una producción agrícola eficiente, ya que su abundancia, composición e interferencia con los cultivos, reducen tanto su rendimiento como la calidad del producto final.

En el último tiempo el manejo de malezas se ha basado en el control químico, lo que ha llevado a la evolución de poblaciones resistentes de malezas, reduciendo las herramientas de control químico disponibles (Gigón et al., 2017). Según Heap (s.f.) actualmente existen 272 especies de malezas resistentes a nivel mundial. Esta problemática, ha generado la necesidad de estudiar otras herramientas que excedan únicamente el control químico e implementen un Manejo Integrado de Malezas, donde la posibilidad de minimizar las aplicaciones de herbicidas reduciría el impacto ambiental.

El Manejo Integrado de Malezas (MIM) busca complementar y diversificar herramientas de control, combinando estrategias de control químico, mecánico y cultural. Una de las estrategias de control cultural es la utilización de ciertos cultivos de forma estratégica en la rotación, permitiendo utilizar diferentes tecnologías asociadas, afectando los procesos biológicos de las malezas.

La efectividad del MIM en cada situación productiva depende fundamentalmente del conocimiento detallado de las especies de malezas presentes, y de sus vulnerabilidades específicas. No todas las malezas responden de la misma manera a las diversas estrategias de control, lo que hace esencial comprender su biología y ecología. Factores como su dispersión, densidad, como así también su ciclo de vida, formas de propagación, capacidad competitiva y dinámica de emergencia, determinan su comportamiento en los agroecosistemas. En este contexto, las distintas secuencias de cultivos, como herramienta del MIM, puede influir de distinta manera en cada especie de maleza. Es imprescindible conocer cómo interactúa cada combinación de cultivos con las malezas para identificar la estrategia óptima que permita enfrentar eficazmente una maleza específica presente en el campo. Además, el éxito del MIM requiere un entendimiento preciso de las características de los cultivos involucrados, como su ecofisiología, los periodos críticos de competencia y su capacidad para suprimir el desarrollo de las malezas y su habilidad competitiva, en busca de utilizar estrategias disponibles para reducir la interferencia de las malezas y optimizar la producción agrícola (Voisin & Uranga, 2022).

El objetivo de este trabajo final fue estudiar el efecto de diferentes secuencias de cultivos invernales sobre la dinámica de las principales malezas invernales.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ECOFISIOLOGÍA DE LAS MALEZAS

Se consideran malezas a todas aquellas plantas que provocan cambios desfavorables de la vegetación, las cuales interfieren en los sistemas de producción de cultivos y también en los procesos industriales y comerciales (Mortimer, 1996). La interferencia de las malezas puede darse a través de la competencia y el efecto alelopático que presentan con el cultivo.

Las malezas atraviesan estadios funcionales y procesos demográficos diferentes durante su ciclo de vida, los cuales son estado de semilla, plántula, adulto, adulto reproductivo y semillas dispersadas. Los procesos que regulan dichos estadios son la dormición, germinación y emergencia que determina el establecimiento, supervivencia y fecundidad de las plantas (Kruk et al., 2016). La dormición, es la capacidad propia de la semilla que regula la germinación a través de mecanismos internos, tanto físicos como fisiológicos, los mismos impiden que la semilla germine aún en condiciones favorables (Mérola & Díaz, 2012).

Es necesario comprender estos procesos y los factores que regulan las tasas de flujo, para identificar los estadios o procesos críticos para la regulación poblacional. Para asegurar la reducción de las poblaciones de malezas, es necesario implementar medidas de control que actúen sobre cada uno de estos momentos críticos (Cousens & Mortimer, 1995; Ghera & Martínez-Ghera, 2000; Mohler, 2004).

En este contexto, Leguizamón (2000) sostiene que las malezas están adaptadas al entorno agrícola mediante una serie de estrategias que favorecen un rápido crecimiento y una reproducción prolífica en hábitats perturbados. Estas características también contribuyen a su competitividad. Por su parte, Bernal Riobo (2006) afirma que la rotación de cultivos, se presenta como una herramienta para alterar el ambiente al que las malezas están adaptadas, de modo que estas no tengan la oportunidad de dominar o incluso algunas especies no sobrevivan.

La abundancia y composición del enmalezamiento, así como la duración de su interferencia con el cultivo, están directamente relacionadas con la pérdida de rendimiento de los cultivos (Cousens & Mortimer, 1995).

En apoyo a esta última afirmación, Demjanová et al. (2009) consideran que las malezas son una de las principales limitantes para lograr una producción agrícola eficiente.

2.1.1 Interferencia

La interferencia se define como la capacidad de provocar efectos adversos de una planta sobre otra, la cual se integra por relaciones de competencia y alelopatía (Appleby et al., 1976).

La competencia puede definirse como una interacción entre individuos o poblaciones que es negativa para ambos (Weiner, 1993). Involucra la reducción en la disponibilidad de algún factor del entorno, debido a su utilización por otro individuo vegetal que comparte el mismo hábitat. Entre estos factores se encuentran la luz, agua, nutrientes, dióxido de carbono, oxígeno y espacio (Sampietro, 2001).

La alelopatía se asocia con la liberación de compuestos químicos por parte de las plantas al ambiente, que suprimen el crecimiento y el establecimiento de otras plantas en su entorno (Inderjit et al., 2011). Se utiliza el término alelopatía para referirse a los efectos perjudiciales o benéficos, resultado de la acción de compuestos químicos que, liberados por una planta, ejercen su acción en otra. Este fenómeno sucede a partir de que una planta libera al medio ambiente por una determinada vía (por ej. lixiviación, descomposición de residuos, etc.) compuestos químicos los cuales al ser incorporados por otra planta provocan un efecto perjudicial o benéfico sobre la germinación, crecimiento o desarrollo de esta última (Sampietro, 2001). Li et al. (2010) agregan que estos compuestos aleloquímicos podían inhibir la elongación de la raíz de la planta, la división celular, cambiar la ultraestructura celular y, por ende, interferir en el crecimiento normal de toda la planta.

En la mayoría de las situaciones productivas, son las malezas quienes ejercen una mayor interferencia sobre los cultivos, esto se traduce en reducciones significativas de rendimiento. Sin embargo, en situaciones donde los cultivos son manejados de forma óptima, respetando sus requerimientos y brindándoles un ambiente favorable para su crecimiento y desarrollo, es posible invertir esta relación, generando que sean los cultivos quienes presenten un mayor poder de interferencia sobre las malezas.

2.1.2 Problemática de resistencia en malezas

La respuesta a los tratamientos herbicidas es muy variable, las malezas pueden ser susceptibles, tolerantes o resistentes frente a la aplicación de herbicidas.

La agricultura enfrenta una problemática creciente de poblaciones resistentes de malezas, lo que ha reducido las herramientas de control químico disponibles (Gigón et al., 2017). Actualmente existen 530 casos de malezas resistentes a herbicidas a nivel mundial, con 272 especies (155 dicotiledóneas y 117 monocotiledóneas). Las malezas

han desarrollado resistencia a 21 de los 31 sitios de acción de herbicidas conocidos (Heap, s.f.).

Debido a esta problemática de resistencia, teniendo en cuenta que las herramientas de control químico son limitadas y las mismas enfrentan problemas de respuesta, es que se necesita estudiar otras herramientas, que excedan únicamente el control químico e implementen un MIM.

2.2. MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS

Con el objetivo de evitar depender sólo de los métodos químicos como estrategia de control de malezas, y como forma de complementar y diversificar las herramientas de control, se ha implementado el concepto de “Manejo Integrado de Malezas”. El mismo implica el uso de diversas prácticas para controlar las malezas y reducir el daño al cultivo a niveles económicamente aceptables. Norsworthy et al. (2012) afirman que la evolución hacia poblaciones resistentes a herbicidas será más lenta cuanto más diversas sean las prácticas de control utilizadas, ya que la presión de selección será menor. Se debe intervenir en el momento adecuado y monitorear de forma frecuente para el manejo de la densidad de las poblaciones de malezas. De esta manera, se reducen las aplicaciones de control químico, realizándose solamente cuando son necesarias (Gallandt & Weiner, 2007; Liebman, 2004).

Para lograr un manejo de malezas adecuado resulta necesario conocer las especies que predominan en determinada área, su dispersión y densidad, como así también su ciclo de vida, formas de propagación, habilidad competitiva, dinámica de emergencia, etc. A su vez, conocer la ecofisiología de los cultivos, los periodos críticos de competencia con las malezas, la habilidad competitiva de un determinado cultivar y los factores de manejo agronómico, son fundamentales para reducir la competencia al mínimo posible (Voisin & Uranga, 2022). La estrategia de manejo debe considerar el proceso de enmalezamiento a partir de la ecofisiología de la especie; el mismo no puede lograrse a través de prácticas aisladas (Gigón et al., 2017). Es necesario conocer las especies presentes en profundidad, para ejercer un buen control de malezas.

Ríos et al. (2005) realizaron un relevamiento de comunidades florísticas en el litoral agrícola del país, donde la especie con mayor presencia en las chacras fue *Lolium multiflorum* y en menor presencia, pero de igual importancia *Raphanus sp.* entre otras especies.

2.2.1 - *Lolium multiflorum*

En Uruguay, una de las malezas gramínea invernal más importantes en los sistemas agrícolas es *Lolium multiflorum* (raigrás). Por su ciclo, afecta principalmente a los cereales de invierno, en donde una vez implantado el cultivo quedan pocas herramientas para su control (Acciaresi et al., 2001). En los últimos años, se han registrado incrementos de reportes de resistencia a herbicidas de esta especie (Marques, 2021).

Gigón et al. (2017) coincide en este punto, afirmando que la relevancia a nivel mundial y local de esta maleza es un problema para la agricultura, dado su capacidad de formar biotipos resistentes.

El raigrás es una especie alógama, espontánea, con abundante producción de tallos y semillas, de excelente resiembra natural y con una ocurrencia de flujos sucesivos de emergencias que van desde principios de otoño hasta la primavera (Cousens, 1996).

Generalmente,

su período de emergencia coincide con la siembra y establecimiento de cereales forrajeros afectando el crecimiento y desarrollo de estos cultivos. Las plántulas emergen desde los estratos superficiales del suelo. La floración ocurre en primavera y fructifica hasta principios de verano. (Gismano, 2020, p. 15)

Según Heap (s.f.), se han registrado casos de resistencia múltiple de raigrás a cuatro sitios de acción, los cuales son Inhibición de la acetil CoA carboxilasa (Grupo 1 según HRAC), Inhibición de la acetolactato sintasa (Grupo 2 según HRAC), Inhibidores de PSII - Serina 264 Aglutinantes (Grupo 5 según HRAC) e Inhibición de la enolpiruvil shikimato fosfato sintasa (Grupo 9 según HRAC). Es por este motivo que se destaca la importancia del MIM a través de la complementación de las prácticas de manejo químico, mecánico y cultural.

Al momento de planificar una estrategia de manejo, los tratamientos realizados en barbecho son muy importantes dado que los principales flujos de emergencia de esta maleza se dan en dicho período (Gigón et al., 2017). Considerando las características de flujo de emergencia de las malezas es que toma importancia el manejo del barbecho, ya que es una ventana de aplicación para manejar poblaciones resistentes. Esto se logra con estrategias de manejo cultural y tecnologías asociadas, como elección del cultivo y cultivar, fecha de siembra, lo que determina el largo del barbecho.

2.2.2. *Raphanus raphanistrum*

Raphanus raphanistrum (rábano), se presenta como maleza en todos los continentes, a excepción de África occidental tropical y Asia meridional y oriental. El mismo es una de las principales malezas de cereales de invierno, principalmente del trigo (Holm et al., 1997).

Es una maleza dicotiledónea de la familia Brassicaceae, desarrolló por primera vez en Australia resistencia múltiple (a 3 sitios de acción de herbicidas) en 2020 e infesta el trigo. Se ha desarrollado resistencia múltiple a herbicidas en el Grupo 2 según HRAC, Inhibición de la Hidroxifenil Piruvato Dioxigenasa (Grupo 27 según HRAC) y Auxin Mimics (Grupo 4 según HRAC). Se sabe que estos biotipos en particular tienen resistencia al 2,4-D, dicamba, mesotriona, metsulfurón-metilo, pirasulpotol y topramezona y pueden ser resistentes a otros herbicidas en los Grupos 2, Inhibición de la hidroxifenilpiruvato dioxigenasa (Grupo 24 según HRAC) y Auxin Mimics (Grupo 4 según HRAC) (Heap, s.f.). Dada esta problemática de control químico limitado, se reitera la importancia de estudiar nuevas herramientas de MIM.

El rábano cuenta con una germinación esporádica resultado de la descomposición gradual pero continua de las vainas de semillas enterradas, que tienen un efecto inhibidor sobre la germinación de las semillas. Sin embargo, la longevidad de la semilla aumenta con el enterramiento en el suelo. Adicionalmente, se demostró en pruebas de laboratorio que esta especie es sensible a fluctuaciones de temperatura (Piggin et al., 1978).

El rábano es problemático en los sistemas de cultivo de secano porque germina en una amplia gama de condiciones ambientales, tiene un ciclo de vida flexible y es un prolífico productor de semillas. Las características de esta semilla contribuyen a que el banco de semillas sea persistente (Ashworth et al., 2014).

El rábano cuenta con un período prolongado de germinación lo que dificulta su eliminación de los cultivos, por ello es importante planificar medidas de control en el momento óptimo, tanto culturales como químicas. Los tratamientos tempranos suelen ser los más exitosos en los cultivos de granos, pero permiten que las malezas de germinación tardía produzcan semillas y contaminen la cosecha. Los tratamientos posteriores dan lugar a una mayor competencia de rábano, lo que conduce a una reducción de los rendimientos (Holm et al., 1997).

2.2.3. Banco de semillas

Es importante conocer el ciclo de vida de las malezas, para poder implementar medidas de control. Las malezas persisten en el suelo en virtud de sus estructuras latentes, lo que conforma el banco de semillas. Dadas las condiciones del ambiente o prácticas realizadas por el hombre es que se levanta la dormancia de las semillas y germinan, estableciéndose nuevas plántulas. Luego se dan las etapas de crecimiento y desarrollo, y si las malezas llegan a estado reproductivo ocurre la diseminación de las semillas, contribuyendo al banco de semillas del suelo. La sobrevivencia y la producción de semillas de las malezas está determinada por la habilidad competitiva del cultivo y la eficiencia de las prácticas de control para el manejo de malezas (Mortimer, 1996).

El banco de semillas de malezas del suelo es muy dinámico, las malezas que no se logran controlar ese año, producen nuevas semillas y si se dan las condiciones en el siguiente ciclo producirán nuevas plantas (M. Pareja, comunicación personal, 2024). Según Cavers (1983, como se cita en Buhler et al., 1997), el banco de semillas del suelo es la principal fuente de las nuevas infestaciones que se producen cada año.

La etapa de semilla es importante en el ciclo de vida de una maleza, especialmente en las de ciclo anual, ya que se trata de su unidad de reproducción, dispersión y de su principal medio de persistencia en el agroecosistema (Holst et al., 2007). La producción de semillas de las malezas no interfiere con el cultivo actual, sino que cobran importancia al formar parte del banco de semillas ya que pueden dar lugar a emergencias de malezas en cultivos subsiguientes (Sester et al., 2003). Con respecto a lo anterior, Mohler (2004) y Tungate et al. (2006) afirman que es necesario tomar medidas frente a la producción de semillas de maleza que aumentan el banco de semilla del suelo, y de esta manera reducir gradualmente el tamaño del mismo.

Respecto a la forma de propagación del raigrás, la misma es por semilla las cuales son liberadas cerca de la planta madre en estado de latencia y cuentan con una alta tasa de germinación. Se pueden diseminar por prácticas mecánicas, así también como por efecto del agua. En sistemas con pastoreo, los animales pueden colaborar con la diseminación de esta especie ya que la semilla no se degrada en el tracto digestivo (Gismano, 2020). Asimismo, cobra importancia el rol que cumple el hombre al diseminar la semilla a grandes distancias (Lodovichi, 2018).

La semilla de raigrás presenta una persistencia en el suelo de hasta dos años (Jensen, 2010) y rompen su dormición por consecuencia de las altas temperaturas del verano (Gigón et al., 2017).

La semilla de rábano puede ser dispersada por varios agentes y ser causa de contaminación de la semilla de los cultivos comerciales. La misma no se degrada en el intestino de los animales (Holm et al., 1997).

Conocer el banco de semillas del suelo es una herramienta importante que nos permite realizar un manejo de forma anticipada del enmalezamiento, a través de la utilización de herramientas tales como la elección del cultivo, fecha de siembra, herbicidas a aplicar, entre otras, para prevenir la instalación de un problema de enmalezamiento en la chacra.

2.2.4. Tecnologías asociadas a los cultivos

El MIM busca alternativas que articulen al control químico sumando otras prácticas agronómicas que permitan un menor impacto de las malezas en el rendimiento de los cultivos y favorezcan al cultivo en la interacción con las malezas (Chauhan & Gill, 2014). Por lo tanto, lo que se busca con estas prácticas es volver al cultivo más competitivo e interferente frente a las malezas, y para ello se utilizan tecnologías asociadas.

Entre ellas se destacan el cultivo a utilizar, cultivar, densidad de siembra, fecha de siembra, calidad de la semilla, rapidez de implantación, preparación del suelo, tipo y momento de fertilización, generación de cobertura, preparación del suelo y la secuencia de cultivos invernales.

Es importante utilizar una especie adaptada a la zona a sembrar, lo cual le permite un rápido establecimiento y un desarrollo adecuado, para ello cobra importancia la calidad de la semilla, donde se recomienda utilizar semilla certificada que, entre otras cosas, asegura no sembrar malezas (Bernal, 1996).

Mediante la elección del cultivar se busca explotar el potencial alelopático de los cultivos para poder competir frente a las malezas (Jabran & Farooq, 2013). Junto con las características propias del cultivar y la elección de la densidad de siembra, es que se busca generar rápida cobertura del suelo y obtener cultivos más densos y de crecimiento más rápido para dejar menos espacio y luz en el suelo para las malezas (Zargar et al., 2014).

La preparación del suelo es otra de las prácticas donde se comienza a preparar las condiciones para brindarle características competitivas al cultivo. Sembrar el cultivo en un ambiente sin competencia, comienza con la eliminación de competidores como lo son las malezas, mediante control mecánico como labranza o control químico con herbicidas (O. Ernst, comunicación personal, 2024). La elección de fecha de siembra

determina el largo del barbecho, donde comienza el control de las malezas con la finalidad de modificar su dinámica poblacional (Gabela, 1982). El barbecho proporciona el tiempo necesario para realizar aplicaciones sin presencia de cultivo, con la oportunidad de utilizar más herramientas (Leguizamón, 2000).

El tipo y momento de fertilización define las posibilidades de utilización de ese recurso entre cultivos y malezas. Sweeney et al. (2008), demuestran que al realizar aplicaciones de fertilizante nitrogenado se incrementa la biomasa de malezas. Jeangros y Nösberger (1990) afirman que, al fertilizar cultivos en competencia con malezas, se benefician más las malezas que los cultivos. Por ello, es que toma importancia el momento y ajuste de la fertilización como una estrategia del cultivo para competir frente a la maleza (Blackshaw et al., 2004; Di Tomaso, 1995).

2.2.5. Secuencia de cultivos invernales y manejo de la rotación

Dentro de las prácticas de MIM que se realizan en la agricultura, se encuentran las rotaciones de cultivos, técnicas de laboreo y tecnologías de control de malezas asociadas a tratamientos herbicidas. Estas técnicas definen el ambiente sobre el cual se desarrollan los cultivos y las malezas (García Torres & Fernández Quintanilla, 1991). Ríos (2003) coincide que estas prácticas agronómicas, así como también las rotaciones, la productividad de los cultivos y sus características propias serán reflejo de la composición y densidad de las poblaciones de malezas. Gigón et al. (2008) agregan que las comunidades de malezas presentes en un cultivo dependen de la historia agrícola de la chacra, el grado de infestación de años anteriores y de las condiciones edafoclimáticas.

Un estudio realizado por Dale et al. (1992) determinó que el cultivo antecesor es el principal factor que afecta la composición de las comunidades de malezas. En este sentido, Istilart et al. (2017) afirman que la rotación de cultivos es una práctica agronómica esencial, ya que no permite que se repitan las mismas condiciones que contribuyen al crecimiento y desarrollo de determinadas poblaciones de malezas. Esta práctica permite la utilización de diferentes mecanismos de acción, lo que retrasa la aparición de especies resistentes o tolerantes a herbicidas.

La problemática de malezas instalada, como la resistencia a distintos mecanismos de acción y limitadas herramientas de control químico, atentan contra la sostenibilidad de un sistema productivo basado en el control químico. Es por ello que se busca diversificar y complementar las estrategias de control químico con estrategias culturales, las cuales han demostrado efectividad, como se menciona anteriormente.

Con este propósito, se evalúa la secuencia de cultivos invernales aplicando las mejores tecnologías asociadas disponibles para cada cultivo, con el fin de investigar cómo afectan los procesos biológicos de las malezas. El objetivo de esta tesis fue determinar si la implementación de diferentes secuencias de cultivos invernales puede contribuir como una herramienta efectiva para el manejo de malezas.

2.3. ANTECEDENTES

En el invierno 2022, Andrada y Swec (2024) llevaron a cabo un experimento en el que establecieron cultivos de trigo, colza, cebada y avena, con sus respectivas prácticas de manejo diferenciales, con el fin de evaluar el enmalezamiento invernal. Estos cultivos se utilizaron posteriormente como antecesores invernales para el ensayo instalado en el año 2023. Los resultados obtenidos en el 2022 sobre el enmalezamiento reportados por Andrada y Swec (2024), evidenciaron variaciones significativas en el enmalezamiento según el tipo de cultivo, especialmente en las malezas que alcanzaron estado reproductivo. A continuación, se presentan las especies de malezas que alcanzaron el estado reproductivo al final del ensayo.

Andrada y Swec (2024) indicaron que la avena finalizó su ciclo antes que el resto de los cultivos y presentó la mayor densidad de malezas, donde *Lotus sp*, *Acicarpha tribuloides*, *Brassica sp*, *Veronica pérsica* y *Anagallis arvensis* alcanzaron estado reproductivo.

En los demás cultivos, la colza fue quien presentó el mayor número de malezas (plantas/m²), con *Gamochaeta spicata*, *Acicarpha tribuloides*, *Anagallis arvensis* y *Anthemis cotula* en estado reproductivo, representando un 19% de las malezas totales, el restante 81% permanecieron en estado vegetativo.

En cuanto a los cereales gramíneos, el trigo presentó *Anthemis cotula* como única especie en estado reproductivo, representando un 50% del total de malezas. En cebada, las especies *Lolium multiflorum*, *Lotus sp*, *Gamochaeta spicata* y *Anthemis cotula*, alcanzaron este estado, representando un 70% del total. La proporción de malezas en estado reproductivo son cruciales, ya que incrementan el banco de semillas del suelo, favoreciendo la reinfestación potencial.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL 2022- 2023

El ensayo se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC) de la Facultad de Agronomía UDELAR, situado en el departamento de Paysandú, sobre la ruta Nacional N°3, kilómetro 363, Uruguay (figura 1). Se seleccionó el potrero 36 dada la presencia de raigrás y rábanos en el invierno 2021. El experimento fue instalado en el año 2022 y se evaluó las secuencias de cultivos invernales 2022-2023. En el área experimental los suelos pertenecen a la Unidad San Manuel, Formación Fray Bentos, donde predominan Brunosoles Éutricos Típicos y Solonetz Melánicos.

Figura 1

Mapa de la ubicación del ensayo



Nota. Elaborado a partir de imágenes satelitales de Google (2024).

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS 2022 - 2023

Con el propósito de investigar el efecto de diferentes secuencias de cultivos invernales sobre el enmalezamiento, en el invierno de 2022, se establecieron cultivos de trigo, cebada, colza y avena, en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Estos cultivos sirvieron como antecesores invernales para el experimento de esta tesis al siguiente año.

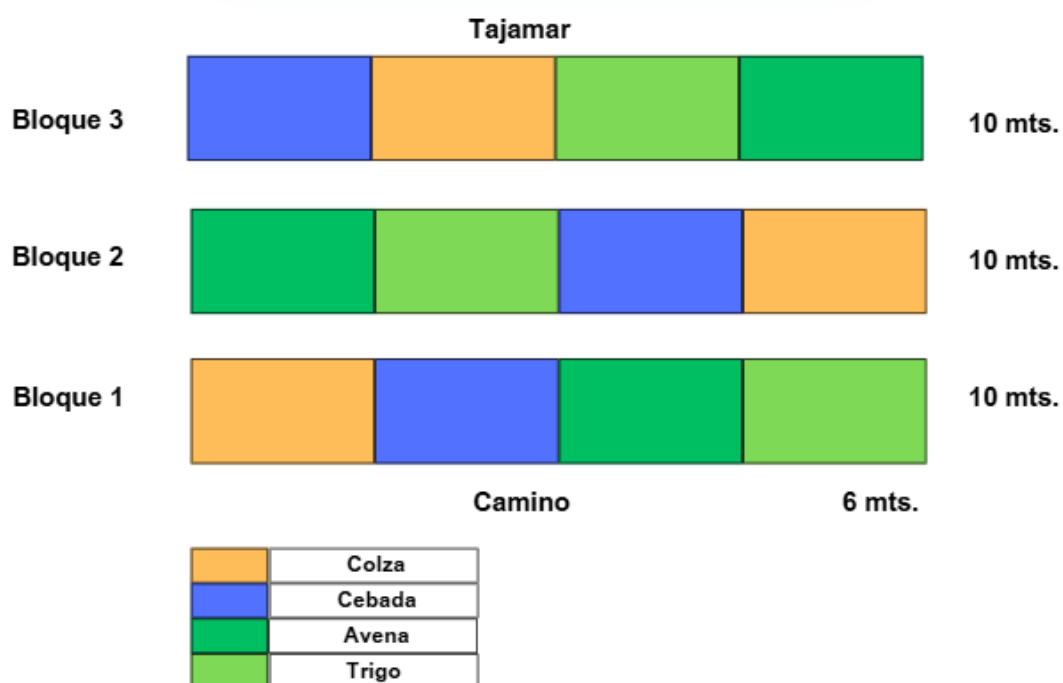
En el 2023, se sembraron las mismas cuatro especies sobre cada uno de los cultivos invernales del año anterior, generando dentro del DBCA, un diseño de parcelas

divididas. De esta forma se evaluaron todas las combinaciones invernales posibles con excepción de trigo sobre trigo, cebada sobre cebada y trigo sobre cebada o viceversa, por razones sanitarias.

El diseño nuevamente se conformó por tres bloques, con 12 tratamientos cada uno, dando lugar a 36 unidades experimentales (UE) las cuales midieron 2 metros de ancho y 10 metros de largo (figura 2).

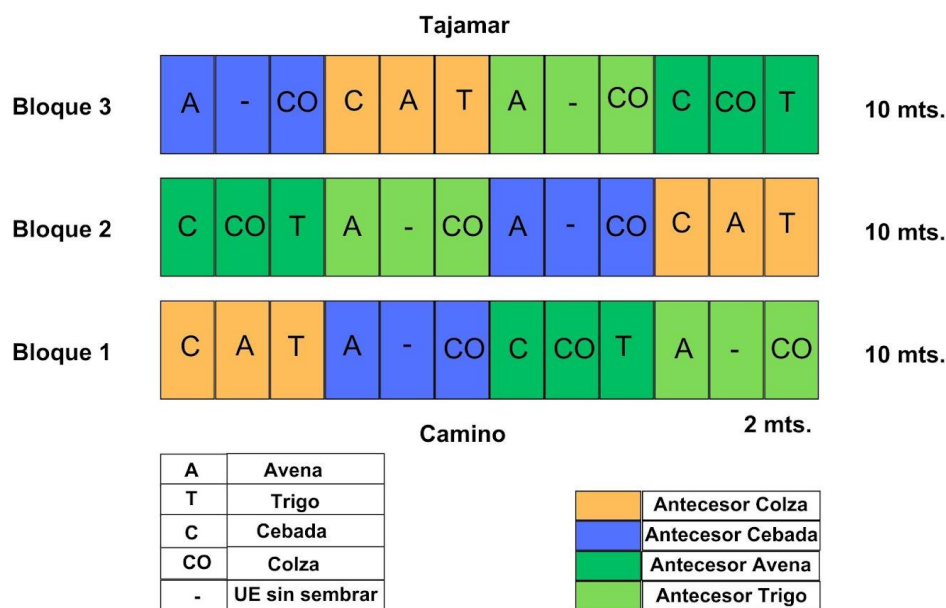
Figura 2

Diseño experimental del ensayo 2022



Nota. Adaptado de Andrada y Swec (2024).

Figura 3
Diagrama del diseño experimental 2023



3.3 METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN

Los cultivos invernales evaluados en el 2022 y 2023, rotaron con soja como único cultivo estival, donde cada uno de los cultivos fue manejado con las mejores tecnologías disponibles para cada especie: fecha de siembra óptima, fertilización requerida y aplicación de herbicidas selectivos que contemplaran las malezas existentes, con el fin de maximizar los rendimientos o cobertura de los mismos.

Una vez finalizado el ciclo del cultivo de soja, se realizaron aplicaciones de herbicidas para mantener el sitio libre de malezas, previo a la siembra de los cultivos invernales en 2023, asegurando un barbecho químico adecuado para la correcta implantación del ensayo (tabla 1).

Tabla 1
Tratamientos herbicidas pre siembra y dosis utilizadas

Área	Fecha	Herbicida	Dosis
Total	15/4/2023	glifosato	1440 g eq ac
	15/4/2023	2,4D	1024 g ha ⁻¹
	1/5/2023	paraquat	400 g ha ⁻¹
Trigo y cebada	1/6/2023	glifosato	1440 g eq ac

En toda el área del ensayo, se realizó un tratamiento de doble golpe debido a las especies y al grado de desarrollo del enmalezamiento presente. Dado que los cultivos

de trigo y cebada tuvieron una fecha más tardía que la colza y la avena, se realizó una aplicación adicional de glifosato en sus respectivas áreas experimentales.

Se respetaron las fechas de siembra óptimas para cada cultivo y se realizaron fertilizaciones a la siembra, respondiendo a análisis de suelo, con el fin de ser manejados hasta cosecha sin limitantes nutricionales (tabla 2).

Tabla 2
Fecha de siembra y fertilización

Cultivo	Siembra	Fertilización	Dosis fertilizante
Avena	15/5/2023	20/5/2023	25 kg N ha ⁻¹ y 25 kg P205 ha ⁻¹
Colza	19/5/2023	20/5/2023	25 kg N ha ⁻¹ y 25 kg P205 ha ⁻¹
Trigo	9/6/2023	12/6/2023	25 kg N ha ⁻¹ y 25 kg P205 ha ⁻¹
Cebada	9/6/2023	12/6/2023	25 kg N ha ⁻¹ y 25 kg P205 ha ⁻¹

El cultivar utilizado de avena fue IPAR 61, con una densidad de siembra de 50 kg ha⁻¹. En el caso del cultivo de colza se utilizó el cultivar CURRY CL, con una densidad de siembra de 50 kg ha⁻¹. Los cultivos de cereales trigo y cebada fueron establecidos con los cultivares Ñandubay y Arrayán, con densidades de siembra de 45 pl m⁻¹ y 40 pl m⁻¹ respectivamente. La distancia de siembra entre filas fue de 0,19 metros.

El cultivar de colza CURRY CL fue seleccionado por contar con tecnología clearfield, que tolera herbicidas de la familia de las imidazolinonas lo que permite el control de malezas latifoliadas dentro del cultivo (“Barraca Erro presentará CURRY CL...”, 2022).

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron aplicaciones de herbicidas seleccionados según la selectividad de cada especie de cultivo y según las malezas gramíneas y latifoliadas presentes en el ensayo (tabla 3).

Tabla 3
Tratamientos post emergencia

Fecha	Cultivo	Herbicida	Dosis
		XELEX (clethodim 240 g l ⁻¹)	800 cc ha ⁻¹
27/7/2023	Colza (5 hojas)	REDEX (imazetapyr 525 g kg ⁻¹ + imazapic 175 g kg ⁻¹)	114 g ha ⁻¹
		Pinoxadex (pinoxaden 50 g l ⁻¹ cloquintocet-mexyl 12,5 g l ⁻¹)	800 cc ha ⁻¹
27/7/2023	Trigo (2 macollos) y Cebada (3 macollos)	Boydal (diflufenicanl 500g l ⁻¹)	200 cc ha ⁻¹
		2,4D60 tampa (2,4-D 480 g l ⁻¹)	1,5 l ha ⁻¹

El cultivo de avena, al ser manejado como un cultivo de servicio, no recibió aplicaciones de herbicidas en post emergencia. Los únicos herbicidas aplicados fueron utilizados para finalizar su ciclo, a través de la mezcla de herbicidas que se detalla en la tabla 4.

Tabla 4
Tratamiento desecación del cultivo de avena

Fecha	Herbicida	Dosis
	glifosato (480 g eq ac l ⁻¹)	3 l ha ⁻¹
26/10/2023	2,4D (480 g l ⁻¹)	1,5 l ha ⁻¹
	cletodim (240 g l ⁻¹)	800 cc ha ⁻¹

3.4 DETERMINACIONES Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Para evaluar la dinámica poblacional de malezas se realizaron evaluaciones mensuales de los cultivos del ensayo (tabla 5).

Tabla 5
Cronograma de actividades realizadas

Fecha	Evaluación	Descripción
7/4/2023	Primera evaluación	barbecho otoñal, evaluación de re infestación real
29/6/2023	Segunda evaluación	cultivos sembrados, pre aplicación de tratamientos herbicidas
7/8/2023	Tercera evaluación	post aplicación de tratamiento herbicida
6/9/2023	Cuarta evaluación	40 días post aplicación de tratamiento herbicida
9/10/2023	Quinta evaluación	72 días post aplicación de tratamiento herbicida
6/11/2023	Sexta evaluación	pre cosecha

Se utilizó un área de muestreo de 40 x 40 cm, con 3 repeticiones al azar dentro de cada unidad experimental (2x10 m), lo que permitió obtener un área representativa de la misma.

En cada punto de muestreo, se registró visualmente el porcentaje de cobertura ocupado por las malezas y el cultivo. Además, se identificaron las especies de malezas presentes, el número de plantas por especie y su estado de desarrollo, utilizando una escala predeterminada (tabla 6).

Tabla 6
Escala de determinación de estado de desarrollo para malezas de hojas anchas y gramíneas

Hojas anchas	Escala	Gramíneas	Escala
1-3 hojas	1	1-3 hojas	1
3-8 hojas	2	1 - 3 macollos	2
más de 8 hojas	3	3-5 macollos	3
estado reproductivo	4	más de 5 macollos	4
		reproductivo	5

A su vez, se realizaron dos evaluaciones adicionales con el fin de medir la cobertura del rastrojo presente y la implantación. El día 10 de abril del año 2023 se evaluaron los datos de cobertura de rastrojo de los cultivos 2022. La evaluación de implantación fue realizada el día 25 de julio del 2023 donde se contabilizó el número de plantas por metro cuadrado.

Con el fin de complementar el análisis de los resultados obtenidos en este trabajo final de grado en el año 2023, fue necesaria la utilización de datos recopilados en el año 2022. Estos datos fueron obtenidos por Andrada y Swec (2024), quienes establecieron cultivos de trigo, colza, cebada y avena, con el fin de evaluar el enmalezamiento invernal. Estos cultivos se utilizaron posteriormente como antecesores invernales para el ensayo instalado en el año 2023. El objetivo de tomar estos datos de evaluaciones anteriores, fue determinar si el potencial de reinfestación del enmalezamiento observado al final del ciclo de cada cultivo, se tradujo en una reinfestación real en las evaluaciones del año 2023.

Para contextualizar los resultados experimentales y evaluar cómo las condiciones climáticas podrían influir en el enmalezamiento presente, se analizan los datos de temperatura media diaria, precipitación acumulada del año 2023 y los promedios a largo plazo de estas variables, obtenidos de la Estación Meteorológica automática EEMAC (L. Rey, comunicación personal, 20 de agosto, 2024).

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se utilizó el dato de números de malezas por metro cuadrado, el estado fenológico de las mismas y el porcentaje de área cubierta, tanto de malezas como del cultivo obtenidos de cada unidad experimental. Dichas variables fueron tratadas según su naturaleza, sean objetivas o subjetivas. A continuación, se presenta el modelo estadístico utilizado.

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + A_i + \delta_{ik} + B_j + B_i(A)_j + \varepsilon_{ijk}$$

i: 1, 2, 3, 4 (cultivo antecesor)

j: 1, 2, 3 (cultivo presente)

k: 1, 2, 3 (bloque)

μ : media poblacional

β : efecto bloque

A_i : efecto cultivo antecesor

δ_{ik} : error cultivo antecesor

B_j : efecto cultivo presente

$B(A)_{ij}$: cultivo presente anidado a cultivo antecesor

ε_{ijk} : error experimental

El estudio consiste en la comparación de los tratamientos, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANAVA) utilizando el software estadístico SAS Software académico. Una vez realizado el ANAVA, aplicamos la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Este análisis nos permitirá identificar específicamente si existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados.

Los resultados del enmalezamiento, al no tener una distribución normal sino una binomial negativa, se evalúan por comparación de medias con la excepción de aquellos que se evaluaron en forma de cobertura por porcentaje.

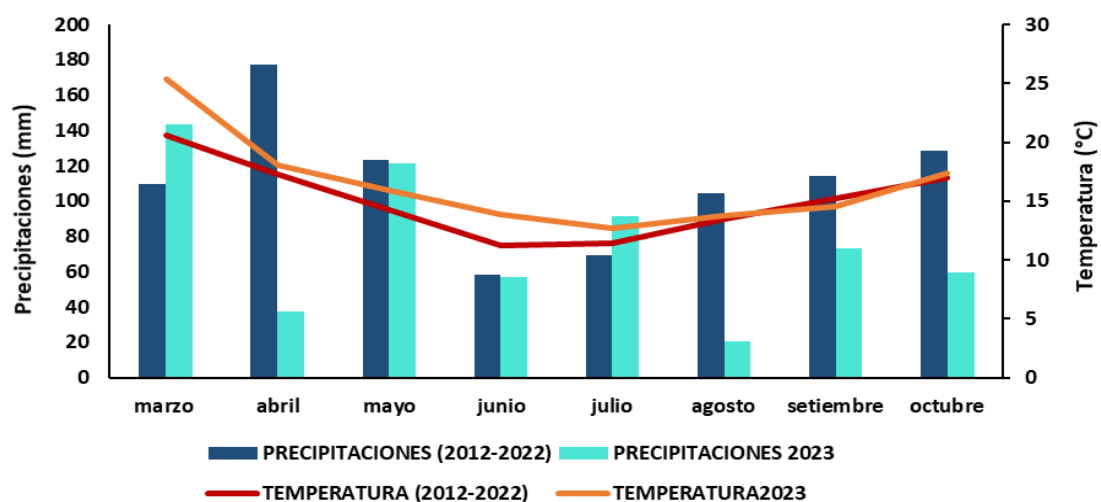
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÍODO

Con el fin de caracterizar las condiciones ambientales en las que se desarrolló el ensayo, se analizaron los datos de precipitación y temperatura durante el período de estudio y se comparó con el promedio de los últimos diez años (figura 4) en la Estación meteorológica de la Estación Experimental Dr. Mario Cassinoni (EEMAC).

Figura 4

Temperatura y precipitaciones año 2023 y promedios del año 2012 a 2022 en EEMAC



Nota. Elaborado a partir de datos meteorológicos tomados de la Estación Meteorológica automática EEMAC (L. Rey, Comunicación personal, 20 de agosto, 2024).

Lanfranconi et al. (2017) afirman que cada especie tiene un rango de temperatura, amplitud térmica y precipitaciones propio para germinar. Kruk y Batlla (2016), como se cita en Alonso y Bornand (2021) destacan que factores ambientales como la temperatura y humedad regulan la germinación. En este sentido, se observa que las temperaturas del año 2023 fueron mayores que el promedio 2012-2022 para la estación de otoño y principios del invierno, por lo que estas condiciones no se mostraron limitantes para la emergencia de malezas invernales.

Las precipitaciones registradas en el mes de marzo de 2023 superaron el promedio histórico, las cuales se distribuyeron en 7 días del mes y ninguno superó los 38 mm, esto permitió una correcta recarga hídrica en el perfil del suelo. Aunque en el mes de abril las precipitaciones fueron inferiores al promedio, el almacenamiento de agua en el suelo debe haber sido suficiente para asegurar un correcto establecimiento de estas malezas, sumado a que las precipitaciones no resultan un factor limitante de la

germinación del enmalezamiento en esta época del año. En mayo del año 2023, las precipitaciones aumentaron considerablemente, duplicando las de abril, lo que reforzó aún más los flujos de emergencia otoñales e invernales, facilitados por condiciones favorables de temperatura y humedad durante el otoño de ese año.

Alonso y Bornand (2021) afirman que la velocidad con la que ocurren los procesos fenológicos es afectada por los cambios ambientales y que los flujos de emergencia se producen luego de una precipitación. En el caso del raigrás, las semillas cumplen sus requerimientos térmicos para salir de la dormición en los meses cálidos y secos del verano, y producen germinaciones hasta finales del otoño, principios del invierno, donde las condiciones de humedad son suficientes para sostener el desarrollo y crecimiento de la planta (Supiciche et al., 2018). Aunque estudios realizados por Gigón et al. (2017) muestran que las emergencias de raigrás se concentran entre el 80-90% hasta fines del mes de mayo, ajustando esta información a nuestra región.

En la estación otoñal la chacra se encontraba en etapa de barbecho, lo que permite un control temprano antes de la siembra del cultivo, reduciendo la competencia por recursos para el establecimiento de las malezas, Decker y Rizzi (2014) sugieren que un control temprano del enmalezamiento resulta más efectivo, dado que las malezas en etapas iniciales son más susceptibles al herbicida, lo que disminuye el período de competencia con el cultivo.

Al inicio del invierno de 2023, las temperaturas fueron superiores al promedio estudiado, lo que favoreció las tasas de crecimiento y desarrollo de las malezas invernales. Sin embargo, el resto del período invernal, no presentó diferencias con las temperaturas respecto al promedio histórico. En contraste, las precipitaciones en este período fueron menores al promedio, lo que posiblemente impactó de manera negativa en la emergencia de nuevas malezas durante el ciclo del cultivo.

4.2 ENMALEZAMIENTO

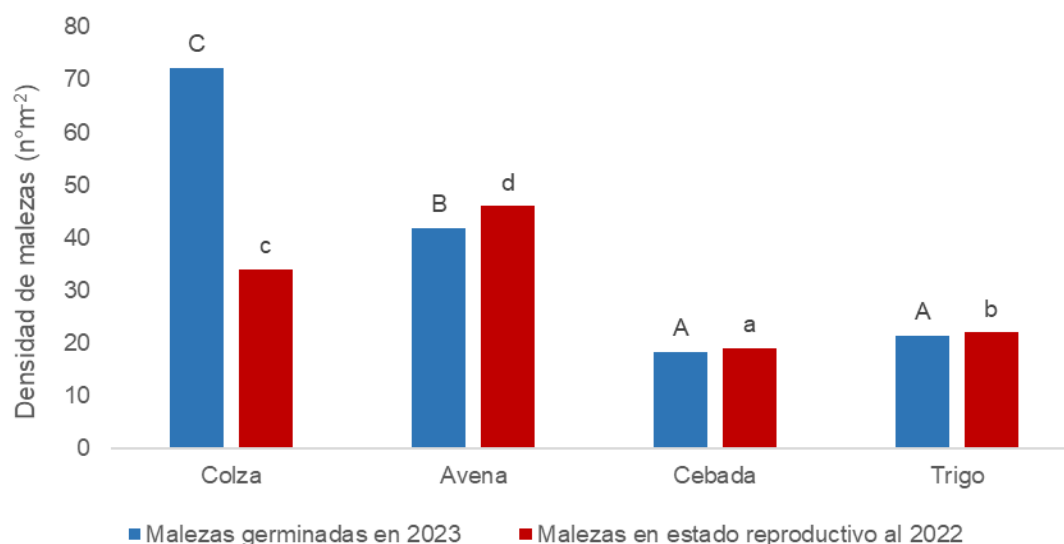
4.2.1 Primera evaluación - enmalezamiento en el barbecho otoñal

Los resultados de la evaluación otoñal del enmalezamiento, realizada durante el barbecho previo a la siembra de los cultivos de invierno 2023, evidenciaron un efecto residual del cultivo antecesor, manifestándose en niveles significativos de enmalezamiento. La densidad de malezas en 2023, estimada a partir del número de malezas por metro cuadrado, varió en función del cultivo de invierno antecesor (2022), mostrando diferencias significativas entre los tratamientos. La menor infestación total se

registró en parcelas precedidas por cebada y trigo mientras que los niveles fueron intermedios cuando el antecesor fue avena, y máximos cuando fue colza (Figura 5).

Figura 5

Re infestación potencial 2022 y re infestación real de malezas 2023 según cultivo antecesor



Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P < 0.05$); letras mayúsculas comparan dentro de la reinfestación real de malezas en el año 2023; letras minúsculas comparan dentro de la re infestación potencial generada en 2022.

La cantidad de malezas observadas en 2023, estuvo significativamente influida por la cantidad de semillas producidas y dispersadas por las malezas que alcanzaron estado reproductivo al 2022. En sistemas de siembra directa en ausencia de movimiento de suelo, como el utilizado en Uruguay, la re infestación de malezas está estrechamente vinculada con las semillas que caen al suelo en la temporada anterior, ya que las semillas de malezas pequeñas tienen mayores probabilidades de germinar únicamente si permanecen cerca de la superficie (Acosta & Agüero, 2001).

De esta manera, la reinfestación potencial, definida por la cantidad de malezas que alcanzaron el estado reproductivo en 2022, establece generalmente el límite superior de semillas viables para la temporada siguiente. Es esperable que la re infestación real sea mayor a la potencial en número de plantas por metro cuadrado, dada la gran descendencia que aporta cada planta al banco de semillas del suelo.

La mayor cantidad de malezas germinadas en el barbecho 2023 tras el cultivo antecesor colza, fue consecuencia del enmalezamiento presente en el año 2022, compuesto mayoritariamente por malezas latifoliadas. Según Bezus et al. (2023), estas especies son de difícil control una vez establecido el cultivo, mientras que las gramíneas

pueden ser manejadas mediante aplicaciones de gramínicidas específicos, ya que estos no afectan al cultivo de colza.

La reinfestación real en el barbecho del antecesor avena se cuantificó como intermedia. Este resultado se atribuye a la limitada capacidad de este cultivo de suprimir de forma efectiva las malezas durante el 2022. Dicho servicio ecosistémico proporcionado por la avena depende de su establecimiento bajo condiciones óptimas, lo cual no se logró ese año cuando el cultivo fue sembrado el 7 de mayo del año 2022, una fecha considerada no adecuada para su correcta implantación y desarrollo (Andrada & Swec, 2024). Esta situación no le permite al cultivo interferir frente a las malezas sin la utilización de herbicidas. Según Ibarguren et al. (2023), la fecha de siembra óptima para el cultivo de avena es desde principios de marzo hasta finales de abril, donde las temperaturas son mayores y no hay exceso hídrico, por lo que el crecimiento inicial es mayor. La fecha de siembra es el principal factor determinante de la producción de este cultivo gramíneo, ya que los mismos pueden suprimir el 90% del enmalezamiento, dependiendo de las condiciones en las que se desarrolle el cultivo, condiciones óptimas les proporcionan un rápido crecimiento inicial y alta producción de biomasa (Alvarez et al., 2023).

Al comparar los cultivos de avena y colza, se observa que, aunque la reinfestación potencial fue mayor en avena, fue colza quién presentó la mayor reinfestación real. Esto puede estar relacionado con las diferencias en cantidad y calidad del rastrojo que cada cultivo deja en el suelo (figura 6). La avena al generar una mayor cantidad de rastrojo, reduciendo la disponibilidad de luz, pudo haber limitado la emergencia de malezas. En contraste, la colza, al dejar menor proporción de rastrojo, favoreció la emergencia de malezas debido a mejores condiciones lumínicas.

Se observa que la reinfestación potencial fue menor en los cultivos de trigo y cebada, dado por un menor número de malezas que alcanzaron estado reproductivo en el año 2022, lo que causa una menor reinfestación real.

Los barbechos de los antecesores trigo y cebada presentaron el menor enmalezamiento dado que el control dentro de los cultivos gramínea es más efectivo para malezas latifoliadas. INIA (1985, como se cita en Santacruz, 1990) mencionan que las malezas que predominan en el cultivo de trigo son las gramíneas, y en menor proporción las malezas latifoliadas. Esto se explica dado que, malezas gramíneas y cultivos gramíneos, tienen una biología similar ya que pertenecen a la misma familia (Prats, 1969 como se cita en Santacruz, 1990) por lo que las herramientas de control selectivas son limitadas.

Andrada y Swec (2024) en el ensayo realizado el año 2022, afirman que el enmalezamiento estuvo compuesto en su mayoría por malezas latifoliadas. Para chacras con dominancia de este tipo de malezas, es una buena estrategia de manejo incorporar a la rotación cultivos gramínea, donde el manejo de estas malezas es más efectivo, esto resulta beneficioso no solo para el cultivo presente sino para todo el sistema.

El enmalezamiento descrito en el otoño de 2023, se encontró compuesto en su mayoría por *Anagallis arvensis*, *Veronica persica*, *Brassica sp*, *Ammi visnaga*, *Coronopus didymus*, *Acicarpha tribuloides*, *Conyza sp* y *Lolium multiflorum*, las cuales se encontraron en distintas densidades debido al efecto antecesor (tabla 7).

Tabla 7

Densidad de malezas (pl/m²) presentes en el barbecho 2023 según cultivo antecesor

Cultivo	A arv	V per	Bras sp.	A Vis	C did	A trib	Con sp.	L mult
Trigo	0 a	0 a	0,83 a	8,6 ab	0 a	0 a	0 a	12,1 c
Colza	0 a	15,6 b	8,33 b	16,94 b	10 b	1,5 a	12,6 b	0 a
Cebada	6,4 b	0,7 a	0 a	3,9 a	0,1 a	0 a	0 a	6,5 b
Avena	8,9 b	6,0 a	5,27 ab	1,94 a	0,1 a	12,8 b	1,0 a	0,8 a

Nota. Valores con igual letra en cada columna no difieren significativamente ($P < 0.05$). A arv: *Anagallis arvensis*, V per: *Veronica persica*, Bras sp: *Brassica sp*, A vis: *Ammi visnaga*, C did: *Coronopus didymus*, A trib: *Acicarpha tribuloides*, Con sp: *Conyza sp*, L mult: *Lolium multiflorum*. Los números en negrita corresponden a las malezas que alcanzaron estado reproductivo en el ensayo del 2022.

Como fue mencionado, el barbecho con antecesor colza presentó el mayor nivel de enmalezamiento, explicado por mayor número de especies y mayor densidad de cada una. El enmalezamiento se integró por especies latifoliadas, dentro de las cuales *Acicarpha tribuloides* llegó a estado reproductivo en el año anterior, contribuyendo al banco de semillas. Sin embargo, no se registró ninguna maleza gramínea dado que su control dentro de este cultivo es más eficiente.

El barbecho del cultivo de avena estaba compuesto por la totalidad de las especies analizadas, de las cuales *Anagallis arvensis*, *Veronica persica*, *Brassica sp* y *Acicarpha tribuloides* llegaron a estado reproductivo el año anterior.

Andrada y Swec (2024) mencionan que el cultivo de avena, sólo recibió aplicación de herbicida en barbecho sin residualidad y no hubo control de los flujos de emergencia dentro del cultivo. La fecha de desecación de este cultivo de servicio no fue

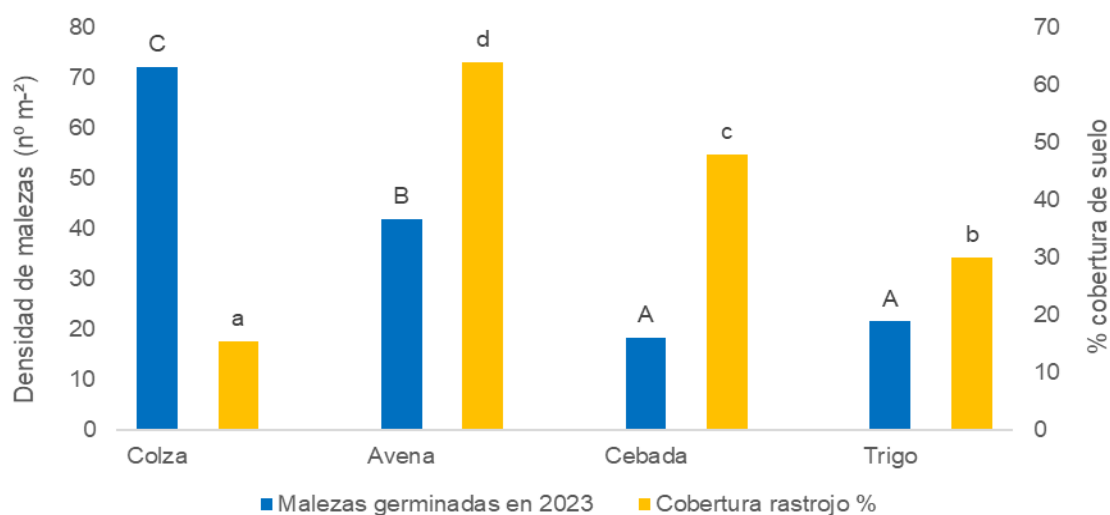
la óptima, permitió que algunas malezas alcanzan estado reproductivo, lo que trae como consecuencia el nivel de enmalezamiento descrito.

En el barbecho de los cultivos de trigo y cebada, *Lolium multiflorum* fue la maleza predominante, con una mayor presencia en el cultivo de trigo. Esta especie alcanzó estado reproductivo en el cultivo de cebada del año anterior, lo que explicaría su aparición en el año de estudio.

Se analizaron los datos de cobertura de rastrojo de los cultivos 2022 de una evaluación realizada el día 10 de abril del año 2023, donde se observaron diferencias significativas para cada cultivo 2022 (figura 6). Una menor cobertura de suelo por el rastrojo de los cultivos del año 2022, permitió una mayor densidad de malezas germinadas en el año 2023, como es el caso del cultivo de colza. El resto de los cultivos presentó mayores coberturas del suelo por rastrojo y menor densidad de malezas.

Figura 6

Cobertura de rastrojo y re infestación real de malezas en el año 2023



Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P < 0.05$), letras mayúsculas comparan dentro de la re infestación real en 2023; letras minúsculas comparan dentro de % de cobertura por rastrojo.

El enmalezamiento en el barbecho depende de la re infestación potencial del año anterior, del aporte por el banco de semillas del suelo y de la cantidad y calidad de rastrojo que deja cada cultivo. La germinación de las malezas va a depender de factores climáticos, entre ellos la llegada de la luz al suelo, donde la presencia de rastrojo juega un rol importante (Ortega & Agüero Alvarado, 2005).

El cultivo de colza fue el que presentó una menor cobertura por parte del rastrojo, dando como resultado una mayor densidad de malezas germinadas en 2023.

La cobertura por rastrojo del cultivo de cebada fue significativamente mayor al cultivo de trigo, sin embargo, ambos presentaron una cobertura mayor que el cultivo de colza, lo que permitió una menor densidad de malezas en ambos cultivos.

En el caso del cultivo de avena, no se vio la relación mencionada, si bien en 2022 fue el cultivo que permitió que un mayor número de malezas alcanzan estado reproductivo, la alta presencia de rastrojo logró controlar la emergencia de malezas en 2023, dando como resultado un enmalezamiento intermedio.

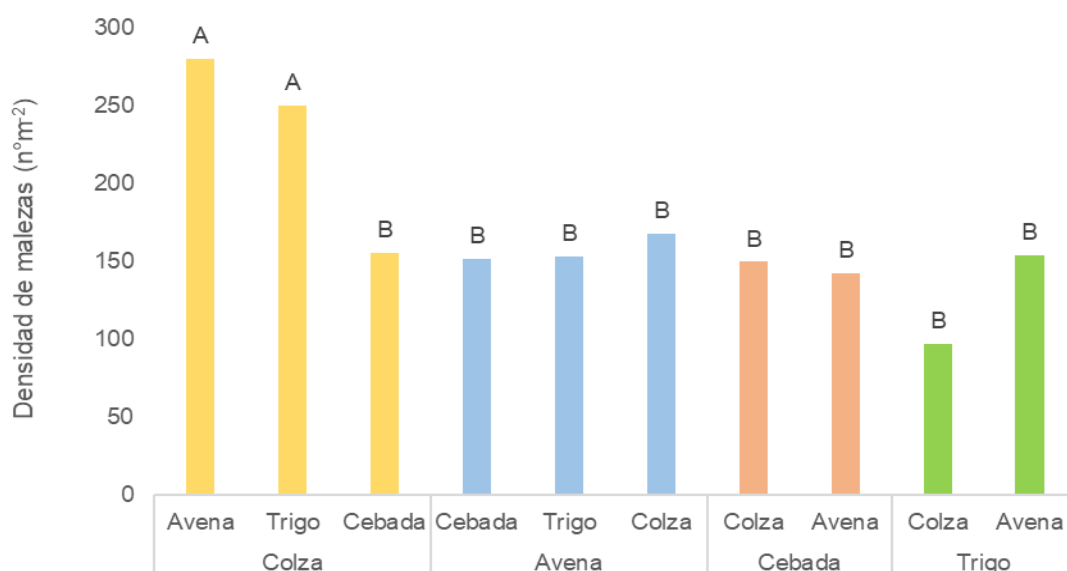
Las principales diferencias en la cantidad de rastrojo entre avena y colza radican en la arquitectura de cada especie y en su manejo posterior al cultivo. Mientras que la avena no se cosecha y deja todo su material vegetal en el suelo, la colza es cosechada, resultando en una menor cantidad de rastrojo residual. Además, la calidad del rastrojo también influye en su capacidad para cubrir el suelo. El rastrojo de avena, con una alta relación carbono:nitrógeno se descompone lentamente, proporcionando una cobertura más duradera que limita la emergencia de las malezas; lo que no sucede con el rastrojo de colza, dado que su relación C/N es intermedia por lo que cubre menor cantidad de tiempo el suelo, favoreciendo las condiciones para el desarrollo de malezas (Bezus et al., 2023).

4.2.2. Segunda evaluación con cultivos sembrados, pre aplicación de tratamientos herbicidas

La segunda evaluación se realizó con todos los cultivos sembrados, si bien se realizó un control pre siembra en el barbecho, no se habían realizado aplicaciones de herbicidas selectivos dentro del cultivo. Se observaron diferencias entre los tratamientos evaluados, los niveles significativamente más altos de enmalezamiento se registraron en los cultivos de avena y trigo cuando el antecesor fue colza. Los tratamientos antecesores avena, cebada y trigo mostraron un enmalezamiento significativamente inferior al del antecesor colza independientemente del cultivo sembrado en 2023. Si bien no presentaron diferencias entre ellos, alcanzaron una densidad de malezas importante entre 100 a 150 plantas por metro cuadrado (figura 7).

Figura 7

Densidad de enmalezamiento ($n^{\circ} m^{-2}$) según cultivo y antecesor invernal



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

El antecesor colza presentó el mayor número de malezas en el 2022 (Andrada & Swec, 2024) y en el barbecho. A pesar de haberse aplicado herbicidas en el barbecho, este efecto residual del antecesor se mantuvo dentro de los cultivos invernales posteriores sembrados, con la excepción de la siembra de cebada.

Este patrón se observó en avena y trigo. Sin embargo, la cebada fue el único cultivo capaz de mitigar este efecto del antecesor, a pesar de haber sido sembrada en una chacra con alto potencial de re infestación y bajo nivel de rastreo, la cebada mostró un enmalezamiento significativamente menor en comparación con los otros cultivos sembrados sobre colza. Específicamente, la cebada logró reducir el enmalezamiento en un 44 % en comparación con la avena, incluso frente a la histórica alta presencia de malezas asociadas al cultivo de colza.

Este comportamiento de la cebada puede estar explicado por un mayor crecimiento inicial del cultivo, cubriendo rápidamente el suelo con un alto poder de interferencia frente a las malezas, compitiendo por espacio, recursos y luz. Al respecto, Miralles et al. (2014) plantean que la semilla de cebada tiene un tamaño mayor a la del trigo, con un embrión de mayor tamaño que le confiere un mayor vigor inicial, cubriendo el suelo en menor tiempo. A su vez, otra característica que le confiere competitividad a este cultivo es su alta tasa de aparición de macollos (Alzueta, 2008).

Por otra parte, el cultivar de cebada utilizado fue Arrayán. Capurro y Sotelo (2010) han demostrado que el mismo tiene potencial alelopático. Existen metabolitos

secundarios que son responsables de la alelopatía, los mismos, al ser liberados, ejercen efectos tóxicos hacia otras plantas y patógenos (Kremer & Ben-Hammouda, 2009). Pueden provocar una reducción en la germinación de las semillas, crecimiento de las raíces y la biomasa total de las malezas (Ashrafi et al., 2007).

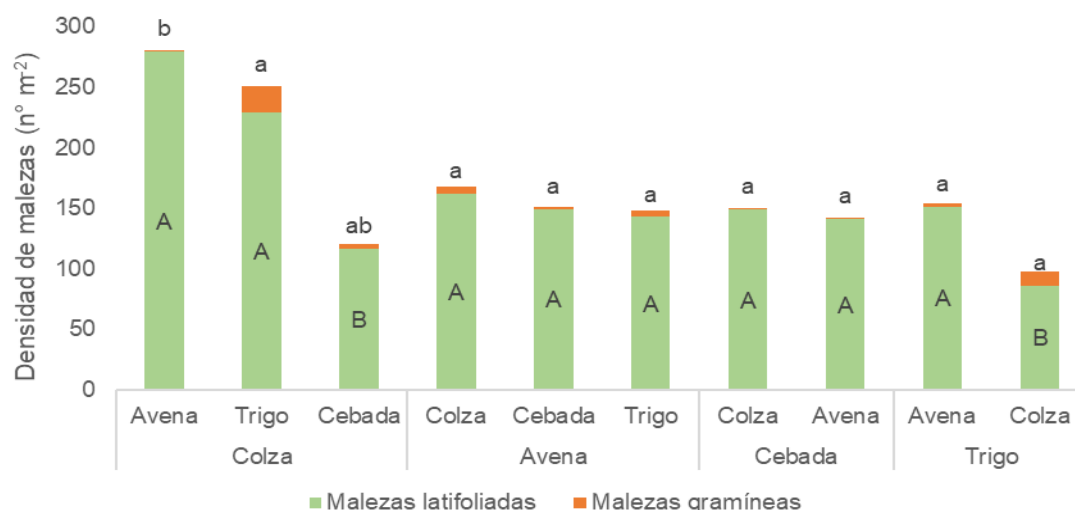
En el ensayo 2023, los cultivos sembrados sobre el antecesor avena presentaron un menor número de malezas por metro cuadrado, comparados con los tratamientos trigo y avena sembrados sobre colza, siendo que el cultivo de avena 2022 presentó el mayor enmalezamiento antes de ser desecado, donde varias especies alcanzaron estado reproductivo, demostrando que el efecto supresor de malezas por la presencia de una alta cobertura de rastrojo siguió operando dentro de los cultivos en 2023.

En el barbecho, todos los cultivos recibieron un tratamiento de doble golpe y trigo y cebada, al tener una fecha de siembra posterior, se les realizó otra aplicación de herbicida controlando nuevos flujos de emergencia de malezas dentro del cultivo, aun así, estos últimos cultivos no lograron diferenciarse en enmalezamiento de los demás cultivos.

El tipo de enmalezamiento presente fue en su mayoría latifoliado, independientemente del cultivo antecesor, como se observa en la figura 8. Esta situación es igual a la descrita el año anterior según Andrada y Swec (2024), dada la dominancia de malezas latifoliadas en esta chacra. A pesar de la utilización de distintos herbicidas en 2022 y en el barbecho 2023, aún la relación latifoliada/gramínea no se ha podido revertir.

Figura 8

Tipo de enmalezamiento según cultivo 2023 en cada antecesor invernal en evaluación 2



Nota. Las letras mayúsculas comparan malezas latifoliadas, y las minúsculas malezas gramíneas. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$), el análisis estadístico se realizó dentro de cada cultivo antecesor.

La única maleza gramínea presente fue *Lolium multiflorum*, la cual presentó efecto interacción antecesor – cultivo 2023. En el año 2022, esta maleza se presentó en mayor cantidad y alcanzó estado reproductivo en el cultivo de cebada. Sin embargo, los cultivos 2023 sobre antecesor cebada presentaron un buen comportamiento sobre esta maleza donde sólo se registró 1 planta m⁻².

En el año 2022, en el cultivo de colza solo el 1% del total del enmalezamiento correspondió a *Lolium multiflorum* en estado vegetativo. En el año 2023, en el antecesor colza el tratamiento que presentó mayor número de esta maleza fue trigo, si bien el año anterior no alcanzó estado reproductivo, su presencia pudo deberse a que se encontraba en el banco de semillas del suelo.

El cultivo de avena fue el primero en ser sembrado, a los 15 días de la aplicación del herbicida, esta práctica permitió que el cultivo se instalara con la menor cantidad de malezas posibles y dado el alto crecimiento inicial y cobertura controló de forma efectiva los flujos de emergencia de *Lolium multiflorum*. Los cultivos de trigo y cebada, al tener una fecha de siembra más tardía, recibieron otra aplicación de herbicida, pero la cebada al tener un mayor crecimiento inicial ejerció una mayor competencia para la instalación de esta maleza.

El enmalezamiento latifoliado estaba compuesto por *Bowlesia incana* y *Brassica* sp.

Para el caso de *Bowlesia incana* se observó un efecto antecesor, ya que cuando el mismo es colza hubo una mayor presencia de esta maleza. Respecto a *Brassica* sp, se observó un efecto de interacción entre el cultivo antecesor y el cultivo 2023, donde independientemente del antecesor, al sembrar colza el enmalezamiento de esta especie es mayor.

En la evaluación de implantación (tabla 8) se observó que no hubo efecto antecesor sobre la población de plantas, la misma respondió a la especie de cultivo que se sembró en 2023.

Tabla 8
Implantación por cultivo según antecesor

Antecesor	Cultivo 2023	Plantas m ⁻²
Cebada	Avena	38,8 A
Trigo	Avena	37,8 A
Colza	Avena	40,4 A
Colza	Trigo	38,2 A
Avena	Trigo	38,6 A
Avena	Cebada	33,8 A
Colza	Cebada	33,2 A
Avena	Colza	7,9 A
Trigo	Colza	7,8 A
Cebada	Colza	6,3 A

Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$), el análisis estadístico se realizó dentro de cada cultivo 2023.

La implantación de cada especie no varió según el antecesor, ya sea sobre un cultivo gramínea o sobre el cultivo de colza. Esto permite que la elección del cultivo a sembrar sea independiente de la secuencia de cultivos presente en la chacra, y basarnos en otras características tales como supresión de malezas, mejora de estructura del suelo, aporte de nitrógeno, entre otras.

4.2.3. Tercer evaluación post aplicación de tratamiento herbicida

La tercera evaluación muestra interacción antecesor 2022 - cultivo 2023 con diferencias significativas, donde el tratamiento de avena sobre trigo obtuvo el menor enmalezamiento. Los tratamientos que registraron el mayor enmalezamiento fueron el cultivo de colza en todos los antecesores y el cultivo de trigo sobre antecesor colza, con un promedio de 173 plantas por metro cuadrado (tabla 9).

Tabla 9
Enmalezamiento de las evaluaciones 2 y 3

Antecesor	Cultivo	Plantas m ⁻²	
		Evaluación 2	Evaluación 3
Colza	Trigo	250,2 a	178,9 A
Colza	Avena	280,3 a	124,99 AB
Colza	Cebada	155,9 b	148,3 AB
Avena	Colza	167,7 b	182,64 A
Avena	Trigo	153,4 b	157,36 AB
Avena	Cebada	151,4 b	153,37 AB
Trigo	Colza	97,5 b	160,95 A
Trigo	Avena	153,8 b	53,39 B
Cebada	Colza	149,8 b	169,23 A
Cebada	Avena	142,2 b	105,57 AB

Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$), letras minúsculas comparan dentro de la evaluación 2, letras mayúsculas comparan dentro de la evaluación 3. Evaluación 2 corresponde a evaluación pre-aplicación de tratamientos herbicidas en cultivos, evaluación 3 corresponde a evaluación post aplicación de herbicida.

Dado que la evaluación se realizó a diez días de la aplicación del herbicida, no se llegó a visualizar el efecto del mismo. El cultivo de avena, al ser un cultivo de servicio, no recibió ninguna aplicación de herbicida dentro del cultivo.

El cultivo de avena presentó una disminución en la densidad de malezas del 65% del enmalezamiento en comparación con la evaluación 2, lo que está relacionado con la implantación del cultivo, con una alta población de plantas por metro cuadrado. La cobertura del suelo por el cultivo compite frente al establecimiento de las malezas.

El cultivo de trigo no logra revertir el mal comportamiento del cultivo de colza en 2022, el cual fue el que reportó el mayor enmalezamiento en la última evaluación de ese año. Sin embargo, los cultivos de cebada y avena sobre este antecesor logran tener un mejor comportamiento frente a las malezas.

El enmalezamiento continúa estando compuesto en su mayoría por especies latifoliadas, tales como *Ammi visnaga* y *Bowlesia incana* las cuales presentaron interacción antecesor - cultivo 2023 (tabla 10). La maleza gramínea presente es *Lolium multiflorum*.

Tabla 10*Enmalezamiento latifoliado presente según cultivo en cada antecesor*

Antecesor	Cultivo	Plantas m ⁻²	
		<i>Bowlesia incana</i>	<i>Ammi visnaga</i>
Avena	Colza	50,6 A	47,1 a
	Trigo	47,9 A	29,3 a
	Cebada	36,0 B	42,9 a
Colza	Trigo	74,4 A	29,7 ab
	Cebada	50,3 A	52,1 a
	Avena	5,1 B	13,9 b
Trigo	Colza	31,3 A	25,8 a
	Avena	1,9 B	8,8 b
Cebada	Colza	5,1 A	17,4 a
	Avena	2,6 A	12,7 a

Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$), el análisis estadístico se realiza dentro de cada antecesor.

El menor número de plantas de *Bowlesia incana* se registró cuando el cultivo sembrado fue avena con antecesor colza o trigo, y cuando el cultivo sembrado fue cebada con antecesor avena.

Para el caso de *Ammi visnaga*, el menor número de plantas se registró al sembrar avena sobre antecesor colza o trigo.

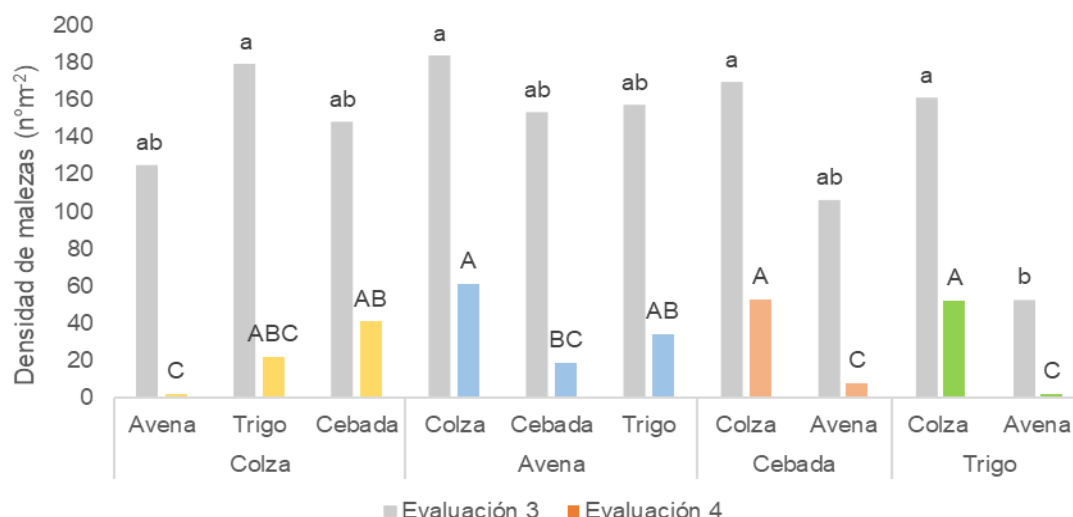
La avena es un cultivo que compite mejor frente a las malezas dado su mayor crecimiento inicial que permite una cobertura temprana del suelo, reduciendo el espacio para el establecimiento de las malezas. Este cultivo se caracteriza por tener un buen vigor inicial (Carámbula, 2007) que le permite una rápida implantación y una buena cobertura inicial (Gilsanz, 2012).

4.2.4. Cuarta evaluación - 40 días post aplicación de tratamiento herbicida

En la cuarta evaluación se encontraron diferencias significativas, donde se registró un efecto interacción cultivo antecesor - cultivo 2023 (figura 9). El cultivo de avena 2023 presentó el menor enmalezamiento sin aplicaciones de herbicidas independientemente del antecesor 2022. En contraste, el cultivo de colza 2023 fue en el que se registró peores resultados con un mayor número de malezas por metro cuadrado en todas las secuencias invernales evaluadas.

Figura 9

Densidad de enmalezamiento ($N^{\circ} m^{-2}$) según cultivo y antecesor invernal en evaluación 3 y 4



Nota. Las letras mayúsculas comparan la evaluación 4 y las letras minúsculas la evaluación 3. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$).

Se evidencia un efecto del herbicida dado que el enmalezamiento en número de plantas m^{-2} disminuyó al comparar las evaluaciones 3 y 4.

No se observa un efecto antecesor, todos los cultivos sembrados en el año 2023 presentaron el mismo comportamiento frente a las malezas en un antecesor que en otro.

Como se ha visto hasta el momento, el mayor enmalezamiento presente es de tipo latifoliado y las herramientas de control químico utilizadas dentro del cultivo de colza son limitadas y no controlan todas las especies. Los herbicidas utilizados dentro de este cultivo fueron para el control de malezas gramíneas y latifoliadas, para el control de estas últimas, el espectro de acción es más acotado que para los cultivos gramíneas. Si bien el cultivo de colza fue el que presentó la mayor densidad de malezas m^{-2} , se registró una reducción en promedio del 68% con respecto a la evaluación anterior.

Los cultivos de trigo y cebada tienen un comportamiento intermedio en cuanto al enmalezamiento, dado que, como se mencionó en la primera evaluación, hay más herramientas de control químico para malezas latifoliadas dentro de estos cultivos por lo que su control es más efectivo. En estos tratamientos se registró una densidad de malezas en promedio de 25 plantas por metro cuadrado, con una reducción del 80% en promedio comparado con la evaluación anterior.

El cultivo de avena presentó el mejor comportamiento con un menor número de malezas m^{-2} en cada antecesor 2022, con una reducción del 96% en promedio con

respecto a la evaluación anterior. Como se mencionó anteriormente, en este cultivo no se realizaron aplicaciones de herbicida, por lo que el buen comportamiento frente a las malezas se debe a la producción de biomasa de este cultivo de servicio (Leveron, 2020).

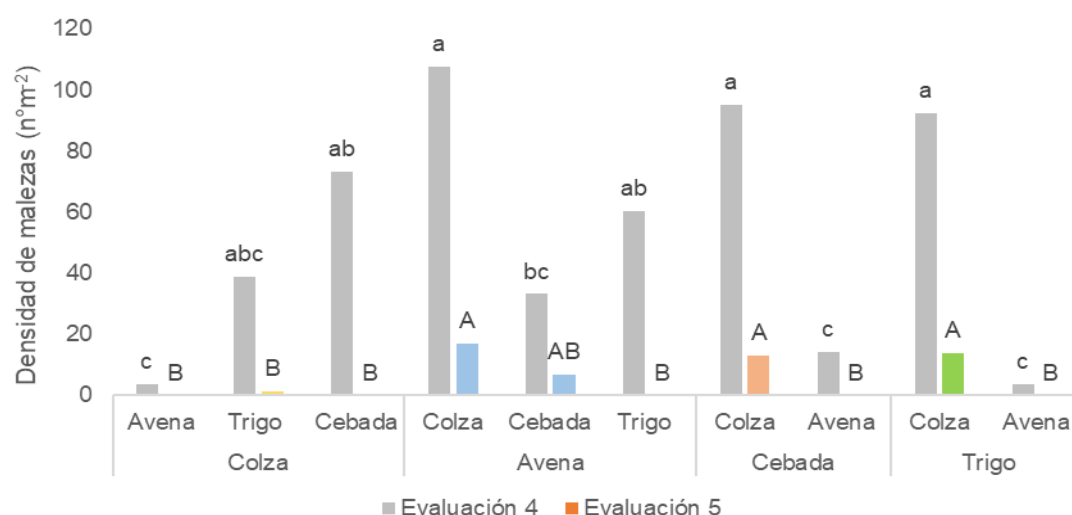
Respecto al tipo de enmalezamiento, no hubo presencia de malezas gramíneas. El mismo continúa conformado por malezas latifoliadas, donde se observa un efecto interacción entre cultivo antecesor y cultivo 2023. La especie de maleza que presentó efecto interacción cultivo antecesor – cultivo 2023 fue *Ammi visnaga*.

4.2.5. Quinta evaluación - 72 días post aplicación de tratamiento herbicida

En la quinta evaluación se registró un efecto interacción cultivo antecesor - cultivo 2023 (figura 10). El cultivo de colza 2023 fue el que presentó el mayor enmalezamiento independientemente del antecesor 2022. El resto de los tratamientos no presentaron diferencias significativas, con ausencia de malezas, con la excepción del tratamiento cebada sobre antecesor avena en el cual se registró un enmalezamiento de 7 plantas por metro cuadrado.

Figura 10

Densidad de enmalezamiento ($N^{\circ} m^{-2}$) según cultivo y antecesor invernal en evaluación 4 y 5



Nota. Las letras mayúsculas comparan la evaluación 5 y las letras minúsculas la evaluación 4. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$).

No se observa un efecto antecesor, no hay un cultivo en particular que se comporte mejor frente a las malezas en un antecesor que en otro. Sin embargo, para un mismo antecesor, no es lo mismo sembrar un cultivo u otro. Por ejemplo, cuando el antecesor fue avena, el cual presentaba un enmalezamiento intermedio, el

comportamiento frente a las malezas mejora al sembrar trigo que, al sembrar colza, en el cual se registra un enmalezamiento significativamente mayor.

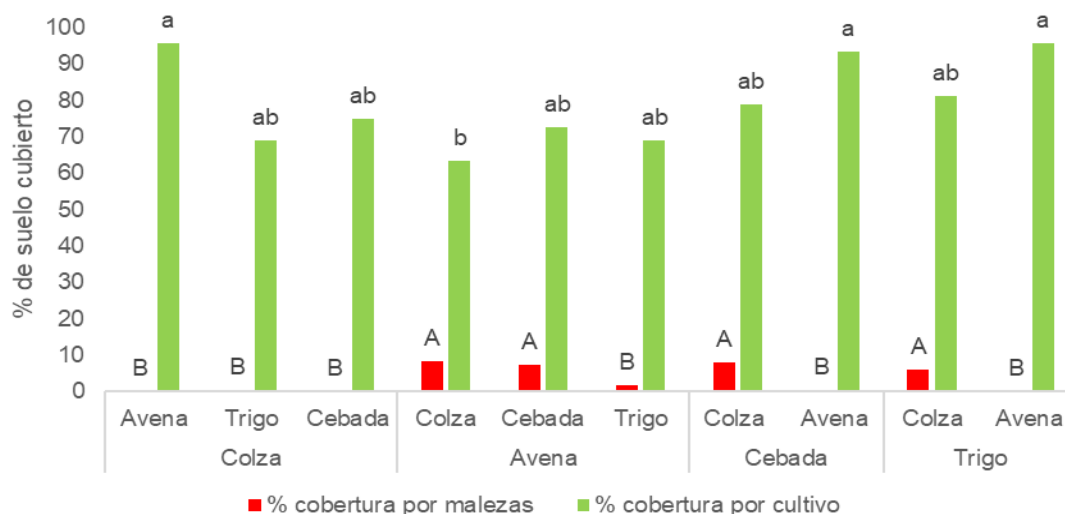
El número de malezas m^{-2} disminuyó al comparar las evaluaciones 4 y 5, esto se debe al efecto de residualidad del herbicida aplicado. A su vez, los cultivos ejercen un control cultural sobre las malezas, ya que al continuar con su desarrollo y generar mayor biomasa compiten frente a las mismas. El enmalezamiento continuó compuesto por malezas latifoliadas, dentro del cual *Ammi visnaga* es la especie que presentó efecto interacción cultivo antecesor – cultivo 2023.

El cultivo de colza 2023 continuó presentando el mayor enmalezamiento. Si bien disminuyó el número de malezas entre evaluaciones, el mismo continúa siendo latifoliado a causa de las pocas herramientas de control dentro del cultivo.

Dado el estado de desarrollo de las malezas en las evaluaciones finales, el número de malezas m^{-2} no es representativo frente al espacio que ocupan, por lo cual es necesario cuantificar el porcentaje de cobertura del suelo por las mismas (figura 11).

Figura 11

Porcentaje de suelo cubierto por las malezas y el cultivo 2023 según antecesor



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

Cuando el porcentaje de suelo cubierto por el cultivo es mayor, hay un menor porcentaje cubierto por las malezas. Esto sucede en el cultivo de avena, donde cubre más del 90% del suelo, suprimiendo el desarrollo de las malezas.

Los cultivos de trigo y cebada, logran una cobertura del suelo en promedio de 70%, debido a que al ser cultivos gramínea presentan una arquitectura que permite menor transmisión de la radiación hacia estratos inferiores (Sassano, 2020) y genera

una variación en la temperatura del suelo (Scianca, 2010) lo que impide el desarrollo de las malezas.

Para el cultivo de colza, si bien en la implantación se registró una baja población de plantas m^{-2} , logró desarrollarse y cubrir entre el 65-70% del suelo, pero debido a la arquitectura de la planta que permite el pasaje de luz hacia los estratos inferiores, es que las malezas logan estar en mayor presencia que en los demás cultivos.

El cultivo de avena fue desecado el 26 de octubre del 2023. En esta última evaluación no presentó enmalezamiento y finalizó su ciclo sin malezas en estado reproductivo, sin aportar semillas al banco del suelo, lo cual deja en evidencia el efecto de este cultivo de servicio suprimiendo las malezas. Esto indica que la desecación se realizó en el momento óptimo, antes que las malezas llegaran a estado reproductivo.

4.2.6. Sexta evaluación - pre cosecha.

En la sexta evaluación se encontraron diferencias significativas, con un efecto interacción cultivo antecesor - cultivo 2023. El cultivo de colza 2023 continuó presentando el mayor enmalezamiento independientemente del antecesor. El tratamiento cebada sobre avena presentó un enmalezamiento intermedio. El menor enmalezamiento se dio en trigo independientemente del antecesor sobre el cual fue sembrado, y cebada sobre antecesor colza.

No se observa un efecto antecesor, no hay un cultivo en particular que se comporte mejor frente a las malezas en un antecesor que en otro.

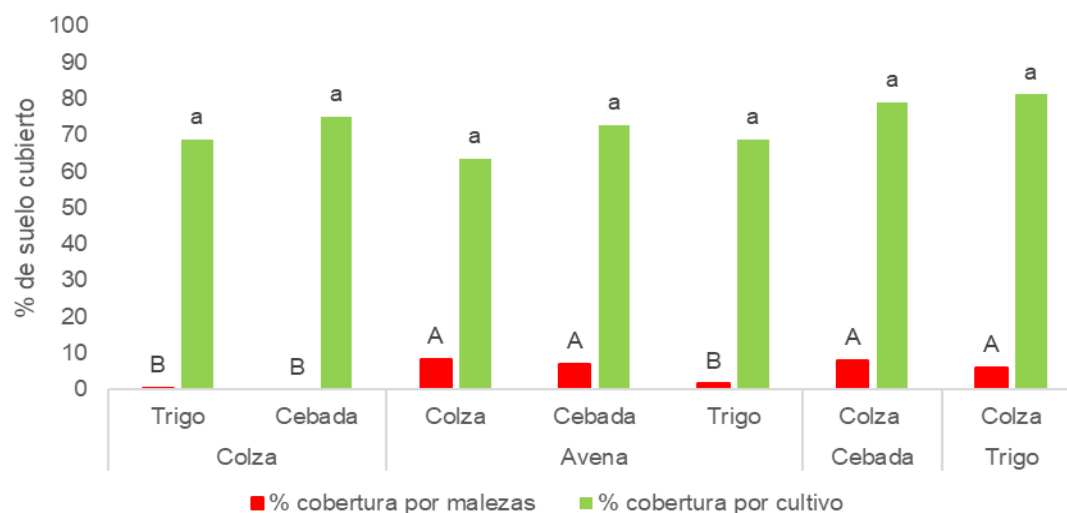
Si bien el número de malezas disminuyó con respecto a la evaluación anterior, la misma no fue de tal magnitud con respecto a las anteriores, el peor tratamiento no supera las 12 plantas por metro cuadrado.

En esta evaluación, al igual que en la anterior, la especie de maleza que presentó un efecto cultivo antecesor – cultivo 2023 fue *Ammi visnaga*.

El cultivo de colza es el que presentó mayor número de malezas por metro cuadrado, aunque no se observan diferencias significativas en la cobertura del suelo por el cultivo con respecto a los demás tratamientos (figura 12).

Figura 12

Porcentaje de suelo cubierto por las malezas y el cultivo 2023 según antecesor

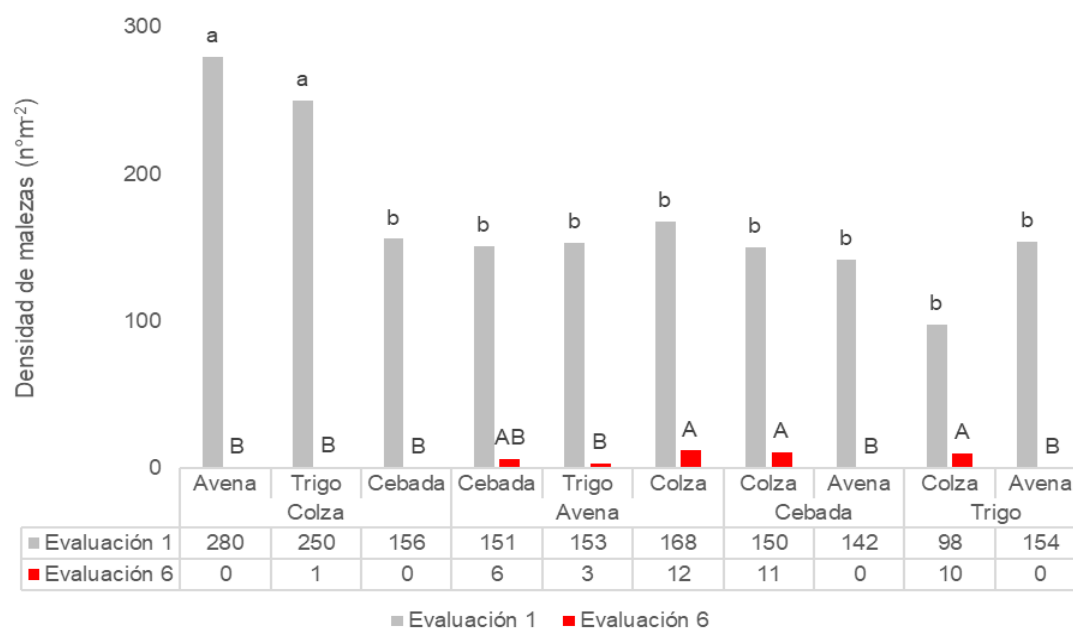


Nota. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$).

En la figura 13, se realiza la comparación del enmalezamiento entre la evaluación 1 y 6. Se observa una disminución del enmalezamiento a lo largo del ensayo, el cual comenzó con 280 plantas m^{-2} y finaliza con un número muy bajo de malezas, teniendo el peor de los tratamientos 12 plantas m^{-2} y el mejor con enmalezamiento cero. En la evaluación 6, no se tuvo en cuenta el cultivo de avena ya que fue desecado en la evaluación anterior.

Figura 13

Enmalezamiento por cultivo según antecesor en evaluación 1 y 6



Nota. Las letras mayúsculas comparan la evaluación 6 y las letras minúsculas la evaluación 1. Valores con igual letra no difieren significativamente ($P \leq 0,05$).

A pesar que el antecesor colza fue el que presentó el mayor enmalezamiento para el caso de los cultivos de avena y trigo 2023, el control de las malezas fue efectivo y se logró reducir el enmalezamiento al igual que los otros antecesores.

El cultivo de colza 2023, independientemente del cultivo antecesor, termina con el mayor número de malezas por metro cuadrado, lo que es consecuencia de que el enmalezamiento presente en la chacra es de tipo latifoliado, las herramientas de control dentro de este cultivo son limitadas para este tipo de malezas, y a la baja capacidad de competencia de este cultivo.

El cultivo de cebada sobre antecesor avena no logró revertir el mal comportamiento de la avena en el 2022, presentó un mayor enmalezamiento comparado a este cultivo sembrado sobre colza.

Las malezas que llegaron a estado reproductivo al fin del ensayo (tabla 11) fueron de tipo latifoliado, tales como *Ammi visnaga*, *Anthemis cotula*, *Acicarpha tribuloides* y *Gamochaeta spicata* de las cuales sólo la especie *Acicarpha tribuloides* fue la que presentó diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento colza sobre antecesor cebada fue el que presentó mayor número de plantas m^{-2} en estado reproductivo.

Tabla 11*Malezas que alcanzaron estado reproductivo a fin del ensayo*

Antecesor	Cultivo 2023	Plantas m⁻²			
		Ammi visnaga	Anthemis cotula	Acicarpa tribuloides	Gamochaeta spicata
Colza	Trigo	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,69 A
Colza	Cebada	0,0 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A
Avena	Colza	0,69 A	0,0 A	0,69 AB	0,0 A
Avena	Cebada	0,0 A	3,48 A	0,69 AB	0,0 A
Avena	Trigo	0,0 A	0,69 A	0,0 A	0,0 A
Cebada	Colza	3,48 A	0,0 A	5,56 B	0,0 A
Trigo	Colza	0,0 A	2,08 A	0,0 A	0,0 A

Nota. Valores con igual letra en las columnas no difieren significativamente ($P \leq 0,05$); el análisis estadístico se realiza para cada especie de maleza.

El cultivo que presentó un mayor número de malezas en la última evaluación es el que permitió que un mayor número de estas alcancen estado reproductivo, como fue el caso del cultivo de colza 2023.

La situación descrita en la tabla 11 contribuyó a la predominancia de especies latifoliadas en la chacra, ya que las malezas que llegan a estado reproductivo y dejan descendencia, contribuyen al banco de semillas del suelo.

5. CONCLUSIÓN

Los resultados evidenciaron que las distintas secuencias de cultivos invernales influyeron en el nivel de enmalezamiento invernal presente.

El potencial de reinfestación de malezas en el año 2022, así como la infestación real que se expresó en el 2023 fue mayor en avena y colza y significativamente menor en cebada y trigo, destacando la eficiencia de control selectivo de malezas latifoliadas en cultivos cereales con la complementación cultural que estos cultivos ofrecen en la supresión de malezas.

Estos efectos lograron revertirse, cuando sobre el antecesor colza, se sembraron en el 2023 cereales como trigo y cebada que demostraron reducir el enmalezamiento. Lo mismo sucedió cuando se sembró trigo sobre avena. Por el contrario, cuando sobre avena se sembró cebada este efecto supresor no se dio.

El cultivo de servicio de avena sembrado al siguiente año (2023), presentó niveles de enmalezamiento consistentemente bajos, independientemente del cultivo antecesor, a pesar de no haber tenido aplicación de herbicidas. Esta estrategia de manejo resultó particularmente efectiva, ya que no solo redujo la infestación de malezas, sino que también impidió que estas alcanzaran el estado reproductivo.

Finalmente, la colza fue el cultivo con mayor nivel de enmalezamiento tanto en 2022 como en 2023. Esto se debe a la predominancia de malezas latifoliadas en la chacra, la escasez de herbicidas selectivos efectivos para el cultivo y su baja capacidad de interferencia cultural. Como resultado, cuando la colza se sembró sobre avena, que había presentado un alto enmalezamiento en 2022, la infestación de malezas se mantuvo elevada. Del mismo modo, al sembrarla sobre trigo o cebada, que habían reducido la presión de malezas el año anterior, no se logró sostener este efecto en 2023, evidenciando la limitada contribución de la colza al control de malezas en la secuencia de cultivos.

Los resultados de los años evaluados, indicaron que la efectividad de la secuencia de cultivos dependió de una selección estratégica de cultivos en función del enmalezamiento presente. Esto se debe tanto a la posibilidad de aplicar herbicidas selectivos eficaces (tecnología asociada) como al potencial supresor del cultivo a través de su interferencia cultural.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acciaresi, H. A., Chidichimo, H. O., & Sarandón, S. J. (2001). Traits related to competitive ability of wheat (*Triticum aestivum*) varieties against Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Biological Agriculture & Horticulture*, 19(3), 275-286.
<https://doi.org/10.1080/01448765.2001.9754930>
- Acosta, L., & Agüero, R. (2001). El banco de propágulos de malezas en el agroecosistema: Conocimiento actual y propuesta metodológica para su estudio. *Agronomía Mesoamericana*, 12(2), 141-151.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43712203>
- Alonso, C. S., & Bornand, C. L. (2021). Dinámica de emergencia de malezas primavera- estivales en Villa Mercedes, San Luis, Argentina. *Revista de divulgación técnica agropecuaria, agroindustrial y ambiental*, 8(2), 3-15.
<https://www.aapresid.org.ar/rem-malezas/mapa-malezas/archivos/emergencias/documentos/alonso-y-bornand-dinamica-de-emergencia-de-malezas-primaveraestivales-en-villa-mercedes-san-luis-argentina.pdf>
- Alvarez, S., Siri-Prieto, G., Rey, L., Abbate, S., Ernst, O., Piñeiro, G., & Dabalá, L. (2023). *Agricultura: Diversidad planificada*. INIA; AUSID; Universidad de la República. https://ausid.com.uy/wp-content/uploads/2024/02/Revista_FPTA_2da_Edicion-2.pdf
- Alzueta, I. (2008). *Ecofisiología de la generación del rendimiento y la calidad de genotipos de trigo y su comparación con cebada* [Disertación doctoral, Universidad de Buenos Aires]. CORE.
<https://core.ac.uk/download/pdf/144233125.pdf>
- Andrada, M., & Swec, G. (2024). *Efecto de cultivos invernales sobre la dinámica del enmalezamiento invernal* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/47419/1/AndradaIraolaMarcos.pdf>
- Appleby, A. P., Olson, P. D., & Colbert, D. R. (1976). Winter Wheat Yield Reduction from Interference by Italian Ryegrass. *Agronomy Journal*, 68(3), 463-466.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2134/agronj1976.00021962006800030007x>

- Ashrafi, Z., Sadeghi, S., & Mashhadi, H. (2007). Allelopathic effects of Barley (*Hordeum vulgare*) on germination and growth of wild Barley (*H. spontaneum*). *Weed Science*, 13(1-2), 99-112.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20083050754>
- Ashworth, M. B., Walsh, M. J., Flower, K. C., & Powles, S. B. (2014). Identification of the first glyphosate-resistant wild radish (*Raphanus raphanistrum* L.) populations. *Pest Management Science*, 70(9), 1432-1436. <https://doi.org/10.1002/ps.3815>
- Barraca Erro presentará CURRY CL para la próxima siembra de colza. (2022, 15 de marzo). *Verde News la información del agro*.
<https://revistaverde.com.uy/agricultura/barraca-erro-presentara-curry-cl-para-la-proxima-siembra-de-colza/>
- Bernal, J. (1996). Manejo integrado de malezas. En Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Memorias del curso sobre Pasturas Tropicales para la Zona del Bajo Cauca Antioqueño* (pp. 129-139).
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/31675/Ver_documento_31675.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bernal Riobo, J. H. (2006). Manejo de malezas en el cultivo de soya. En C. Jaramillo & N. Quintero (Eds.), *Soya (Glycine max (L.) Merrill): Alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquia colombiana* (pp. 173-180). CORPOICA.
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lqx3S3KhcRgC&oi=fnd&pg=PA173&dq=Riobo,+J.+H.+B.+\(2006\).+Manejo+de+malezas+en+el+cultivo+de+la+soya&ots=zNes7JNDOq&sig=r3R_0jhjQB9_LFZ-ngpBH9nxgc#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lqx3S3KhcRgC&oi=fnd&pg=PA173&dq=Riobo,+J.+H.+B.+(2006).+Manejo+de+malezas+en+el+cultivo+de+la+soya&ots=zNes7JNDOq&sig=r3R_0jhjQB9_LFZ-ngpBH9nxgc#v=onepage&q&f=false)
- Bezus, R., Iriarte, L. B., & Chamorro, A. M. (2023). Manejo tecnológico del cultivo de colza. En G. Sánchez & A. Chamorro (Coords), *Lino, colza y cártamo: Oleaginosas que aportan a la diversificación productiva* (pp. 104-126). Edulp.
https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/158439/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Blackshaw, R. E., Molnar, L. J., & Janzen, H. H. (2004). Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat. *Weed Science*, 52(4), 614-622. <https://doi.org/10.1614/ws-03-104r>
- Buhler, D. D., Hartzler, R. G., & Forcella, F. (1997). Implications of weed seedbank dynamics to weed management. *Weed Science*, 45(3), 329-336.
<https://doi.org/10.1017/s0043174500092948>

- Capurro, P., & Sotelo, E. (2010). *Interferencia alelopática de cultivares de cebada sobre Lolium multiflorum L.* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/23530/6/CapurroBarciaPilara.pdf.pdf>
- Carámbula, M. (2007). *Verdeos de invierno*. Hemisferio Sur.
- Chauhan, B. S., & Gill, G. S. (2014). Ecologically based weed management strategies. En B. Chauhan & G. Mahajan (Eds.), *Recent Advances in Weed Management* (pp. 1-11). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1019-9_1
- Cousens, R. (1996). Comparative growth of wheat, barley, and annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in monoculture and mixture. *Journal of Agricultural Research*, 47(3), 449-464. <https://doi.org/https://doi.org/10.1071/AR9960449>
- Cousens, R., & Mortimer, M. (1995). Weed population dynamics: The framework. En R. Cousens & Mortimer M (Eds.), *Dynamics of weed populations* (pp. 1-20). Cambridge University Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO9780511608629.002>
- Dale, M. R., Thomas, A. G., & John, E. A. (1992). Environmental factors including management practices as correlates of weed community composition in spring seeded crops. *Canadian Journal of Botany*, 70(10), 1931-1939. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/b92-240>
- Decker, C., & Rizzi, A. (2014). *Efecto del agregado de adyuvantes a herbicidas para el control de malezas gramíneas en el cultivo de trigo (Triticum aestivum)* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8684/1/4039dec.pdf>
- Demjanová, E., Macák, M., Dalović, I., Majerník, F., Týr, Š., & Smatana, J. (2009). Effects of tillage systems and crop rotation on weed density, weed species composition and weed biomass in maize. *Agronomy Research*, 7(2), 785-792. <https://www.researchgate.net/publication/288958455>
- Di Tomaso, J. M. (1995). Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. *Weed Science*, 43(3), 491-497. <https://doi.org/10.1017/s0043174500081522>
- Gabela, F. (1982). *Principios de competencia entre malezas y cultivos*. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4637/1/iniapscl1488p1-10p.pdf>
- Gallandt, E. R., & Weiner, J. (2007). Crop–weed competition. *Encyclopedia of Life Sciences*, 1-8. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0020477>

- García Torres, L., & Fernández Quintanilla, C. (1991). *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*. Mundi-Prensa.
- Ghersa, C., & Martínez-Ghersa, M. (2000). Ecological correlates of weed seed size and persistence in the soil under different tilling systems: Implications for weed management. *Field Crops Research*, 67(2), 141-148.
[https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(00\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00089-7)
- Gigón, R., Labarthe, F., Lageyre, L., Vigna, M., López, R., Vergara, M., & Varela, P. (2008). *Comunidades de malezas en cultivos de trigo en el Sur y Sudoeste de la provincia de Buenos Aires*. INTA.
- Gigón, R., Vigna, M., & Yannicari, M. (2017). *Manejo de malezas problema: Raigrás: Lolium spp.* Aapresid.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/74231/CONICET_Digital_Nro.706_54280-6e98-4577-9024-ae9be859a785_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Gilsanz, J. (2012). *Abonos verdes en la producción hortícola: Usos y manejo*. INIA.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2548/1/18429180912091518.pdf>
- Gismano, L. (2020). *Control de Lolium multiflorum (raigrás) presumiblemente resistente a glifosato* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Plata]. SEDICI.
https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/111892/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Google. (2024). [Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”, Paysandú, Uruguay. Mapa]. Recuperado el 20 de agosto de 2024, de
<https://maps.app.goo.gl/f49Tq8gHK4qd6fz49>
- Heap, I. (s.f.). *International Herbicide-Resistant Weed Database*. Recuperado el 10 de mayo de 2024, de <http://www.weedscience.org>
- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J., & Herberger, J. (1997). *World Weeds: Natural Histories and Distribution*. John Wiley & Sons.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=i7JjRXH6uq4C&oi=fnd&pg=PR13&dq=Holm+L,+Doll+J,+Holm+E,+Pancho+J,+Herberger+J,+1997.+World+Weeds.+Natural+Histories+and+Distribution&ots=uRcApOLVdE&sig=FwFkmURAvxm-SNXt-uQ9cgYjQL0#v=onepage&q=Holm%20L%2C%20Doll%20J%2C%20Holm%20E%2C%20Pancho%20J%2C%20Herberger%20J%2C%201997.%20World%20Weeds.%20Natural%20Histories%20and%20Distribution&f=false>

- Holst, N., Rasmussen, I. A., & Bastiaans, L. (2007). Field weed population dynamics: A review of model approaches and applications. *European Weed Research Society Weed*, 47(1), 1-14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2007.00534.x>
- Ibarguren, L., Bertona, A., López, A., & Rébora, C. (2023). ¿Cómo afecta la fecha de siembra al rendimiento de los verdeos de invierno en el oasis norte de Mendoza? *Experticia*, (14), 5-8. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/experticia/article/view/6660/5922>
- Inderjit, Wardle, D. A., Karban, R., & Callaway, R. M. (2011). The ecosystem and evolutionary contexts of allelopathy. *Trends in Ecology and Evolution*, 26(12), 655-662. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.08.003>
- Istilart, C., Forján, H., Manso, L., & Yannicari, M. (2017). Cambios de las comunidades de malezas como consecuencia de las rotaciones de cultivos. *AgroBarrow*, 59, 19-21. https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/3155/Agro_barrow_59_p.19-21.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jabran, K., & Farooq, M. (2013). Implications of Potential Allelopathic Crops in Agricultural Systems. En Z. Cheema, M. Farooq, & A. Wahid (Eds.), *Allelopathy: Current Trends and Future Applications* (pp. 349-385). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30595-5_15
- Jeangros, B., & Nösberger, J. (1990). Effects of an established sward of *Lolium perenne* L. on the growth and development of *Rumex obtusifolius* L. seedlings. *Grass and Forage Science*, 45(1), 1-7. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1990.tb02176.x>
- Jensen, P. K. (2010). Longevity of seeds of *Poa pratensis* and *Lolium perenne* as affected by simulated soil tillage practices and its implications for contamination of herbage seed crops. *Grass and Forage Science*, 65(1), 85-91. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2009.00721.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/ARSUserFiles/50701000/cswq-0424-kremer.pdf>

- Kruk, B., Benech-Arnold, R., & Oreja, F. (2016). Dinámica del problema de enmalezamiento: distintos enfoques y métodos de evaluación. En E. Satorre, B. Kruk, & E. de la Fuente (Eds.), *Bases y herramientas para el manejo de malezas* (pp. 73-89). EFA.
- Lanfranconi, L., Oliva, J., Remondino, L., Aldrey, C., Sofanelli, P., Valente, C., Pavichich, N., & Serrano, J. (2017). *Malezas problema en el centro norte de Córdoba: Estudios de patrones de germinación para su manejo*. GRUPO RIO SECO; Universidad Católica de Córdoba; FCA; INTA; Ministerio de Agroindustria. <http://gruporioseco.com.ar/informes/flujo-de-emergencias-grs-inta-ucc.pdf>
- Leguizamón, E. (2000). *Las malezas y el agroecosistema*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/90-malezas_y_agroecosistema.pdf
- Leveron, E. R. (2020). *Análisis de los beneficios de la utilización de cultivos de cobertura: Revisión de literatura* [Trabajo final de grado, Escuela Agrícola Panamericana]. Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/5315550f-d20b-4110-b6f6-036b776b3a50/content>
- Li, Z. H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C. D., & Jiang, D. A. (2010). Phenolics and plant allelopathy. *Molecules*, 15(12), 8933-8952. <https://doi.org/10.3390/molecules15128933>
- Liebman, M. (2004). Weed management: A need for ecological approaches. En M. Liebman, C. Mohler, & C. Staver (Eds.), *Ecological Management of Agricultural Weeds* (pp. 1-39). Cambridge. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=MjBuqk8-t2sC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Liebman,+M.+2004a.+Weed+management:+a+need+for+ecological+approaches&ots=XuHOcu7l_8&sig=K988wgJvdczbx3fdnLXnzjDH8#v=onepage&q&f=false
- Lodovichi, M. (2018). *Modelado poblacional del Raigrás perenne (Lolium perenne L.) en cultivos de trigo de la región semiárida* [Disertación doctoral, Universidad Nacional del Sur]. RID-UNS. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4432/Tesis%20completa%20MVL%20-%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Marques, S. (2021). *Caracterización de la resistencia a herbicidas en poblaciones de Lolium multiflorum Lam. del Uruguay* [Tesis de maestría, Universidad de la República Uruguay]. Colibri.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/31597/1/MarquesHillSofia.pdf>
- Mérola, R., & Díaz, S. (2012). *Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras* [Tesis de maestría, Universidad de la Empresa]. Ainfo. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12563/1/Pasantia-Post-grado-Merola-Saulo-Diaz-2012.pdf>
- Miralles, D., González, F., Abeledo, L., Serrago, R., Alzueta, I., García, G., de San Celedonio, R., & lo Valvo, P. (2014). *Manual de trigo y cebada para el Cono Sur: Procesos fisiológicos y bases de manejo*. Orientación Gráfica.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/137280>
- Mohler, C. (2004). Weed life history: Identifying vulnerabilities. En M. Liebman, C. Mohler, & C. Staver (Eds.), *Ecological Management of Agricultural Weeds* (pp. 40-84). Cambridge. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=MjBuqk8-t2sC&oi=fnd&pg=PA40&dq=Mohler,+CL.+2004a.+Weed+life+history:+identifying+vulnerabilities.&ots=XuHOctdnT2&sig=5x5XDthoOKPqW_odTdev6JQWqb0#v=onepage&q&f=false
- Mortimer, A. (1996). La clasificación y ecología de las malezas. En R. Labrada, J. Caseley & C. Parker (Eds.), *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo*. FAO.
<https://www.fao.org/4/T1147S/t1147s06.htm#cap%C3%ADtulo%20%20la%20clasificaci%C3%B3n%20y%20ecolog%C3%ADa%20de%20las%20malezas>
- Norsworthy, J. K., Ward, S. M., Shaw, D. R., Llewellyn, R. S., Nichols, R. L., Webster, T. M., Bradley, K. W., Frisvold, G., Powles, S. B., Burgos, N. R., Witt, W. W., & Barrett, M. (2012). Reducing the risks of herbicide resistance: Best management practices and recommendations. *Weed Science*, 60(SP1), 31-62.
<https://doi.org/10.1614/ws-d-11-00155.1>
- Ortega, Y., & Agüero Alvarado, R. (2005). Efecto de la cobertura de rastrojos en la germinación del arroz (*Oryza sativa* L.) y principales malezas asociadas. *Agronomía Mesoamericana*, 16(1), 51-61.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43716108>

- Piggin, C., Reeves, T., Brooke, H., & Code, G. (1978). Germination of wild radish (*Raphanus raphanistrum* L.). En Council of Australian Weed Science Societies (Eds.), *Proceedings of the 1st Conference of the Australian Weed Science Society* (pp. 233-240).
- Ríos, A. (2003). Factores determinantes de la evolución florística en sistemas de rotación. En A. Morón & R. Díaz (Eds.), *Simposio 40 años de rotaciones agrícolas – ganaderas* (pp. 25-35). INIA.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8619/1/ST-134-p.25-35.pdf>
- 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 (Coord.), *Seminario Taller Iberoamericano de Resistencia de Herbicidas y Cultivos Transgénicos* (pp. 129-141). INIA.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/15980/1/Estudio-de-las-comunidades-de-malezas-asociadas-a-los-sistemas-de-siembra-directa-en-Uruguay.Rios-et-al-2005.pdf>
- Sampietro, D. (2001). *Alelopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia*. Universidad Nacional de Tucumán.
<https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Sampietro-1.doc>
- Santacruz, F. (1990). *Control químico de gramíneas en el cultivo de trigo (Triticum aestivum L.) durante los ciclos otoño/invierno 1988-89 y 1989-90 en Atotonilquillo, Jalisco* [Trabajo final de grado, Universidad de Guadalajara]. CUCBA.
http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/716/Santacruz_Ruvalcaba_Fernando.pdf?sequence=1
- Sassano, F. (2020). *Gestión de malezas con cultivos de cobertura* [Tesis de maestría, Universidad de Concepción del Uruguay, University of Applied Sciences]. Repositorio digital UCU.
<http://repositorio.ucu.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/522/213/Sassano%20Federico%20Tesis%20Final.pdf?sequence=1>
- Scianca, C. (2010). *Cultivos de cobertura en molisoles de la región pampeana. Producción de materia seca, eficiencia en el uso del agua y del nitrógeno e incidencia sobre el cultivo de soja* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Sur]. RID-UNS.
<https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/2118/SCIANCE-Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sester, M., Delanoy, M., Colbach, N., & Darmency, H. (2003). Crop and density effects on weed beet growth and reproduction. *Weed Research*, 44(1), 50-59.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2003.00372.x>
- Supiciche, M., Longás, M., Chantre, G., Sabbatini, M., & Castro, A. (2018). La dormición de semillas de raigrás y su asociación a la sensibilidad y resistencia al glifosato. *Agro UNS*, 15(29), 10-12.
https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/87208/CONICET_Digital_Nro.89f2cb4a-a04e-4579-9b33-1c3cd8ea1203_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Sweeney, A. E., Renner, K. A., Laboski, C., & Davis, A. (2008). Effect of fertilizer nitrogen on weed emergence and growth. *Weed Science*, 56(5), 714-721.
<https://doi.org/10.1614/ws-07-096.1>
- Tungate, K. D., Burton, M. G., Susko, D. J., Sermons, S. M., & Rufty, T. W. (2006). Altered weed reproduction and maternal effects under low-nitrogen fertility. *Weed Science*, 54(5), 847-853. <https://doi.org/10.1614/ws-05-145r.1>
- Voisin, A., & Uranga, J. (2022). Trigo: Manejo de malezas. En M. Simón & S. Golik (Eds.), *Cereales de invierno* (pp. 199-212). Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/156683/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Weiner, J. (1993). Competition among plants. *Treballs de la Societat Catalana de Biologia*, 44(1), 99-109.
- Zargar, M., Pakina, E. N., & Romanova, E. V. (2014). Herbicide doses and application times in weed suppression on different red bean varieties. *APCBEE Procedia*, 8, 75-81. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.03.004>