



Ingeniería Agronómica

TRABAJO FINAL DE CARRERA: MODALIDAD TESINA

**“Aplicación anticipada de herbicidas en dosis reducidas: efectos sobre la dinámica de comunidades de malezas”**

**ANABELLA MARISEL CRUZ**

**Directora:** Lic. Lucrecia María Avilés

**Codirector:** Dr. Carlos Rubén Bezic

2025

## RESUMEN

El control de malezas es crítico durante el establecimiento del cultivo de cebolla, dada la baja capacidad competitiva del mismo por su lento crecimiento inicial. En la década de 1990, en la zona del Valle Bonaerense del río Colorado, se realizaron estudios que demostraron la alta eficacia del empleo de dosis reducidas de herbicidas posemergentes para el control temprano de malezas en cultivos de cebolla establecidos por siembra directa. Esta tecnología, sin embargo, no pudo alcanzar los mismos niveles de eficacia en las condiciones agroecológicas del VIRN, posiblemente debido a una mayor complejidad del enmalezamiento, asociado a comunidades más diversas y con una dinámica diferente de sus flujos de emergencia. Este trabajo busca explorar la respuesta ecológica de la flora espontánea a la aplicación de herbicidas POS y PRE durante las etapas iniciales del cultivo de cebolla en el VIRN. En un primer ensayo se evaluó la aplicación de herbicidas posemergentes (POS) mediante la combinación de *oxifluorfen* y *cletodim* en dosis decrecientes (recomendada por fabricante, 75% de la dosis, 50% de la dosis y un testigo sin herbicida). A los 15, 35 y 50 días después de la aplicación (DDA) se evaluaron riqueza, diversidad, densidad y biomasa de malezas. En el segundo ensayo se aplicaron dos herbicidas preemergentes (PRE): *linurón* y *pendimetalin*, en tres dosis cada uno (*linurón* 1,0; 1,5 y 2,0 L/ha<sup>-1</sup>; *pendimetalin* 3,0; 5,0 y 8,0 L/ha<sup>-1</sup>), evaluándose asimismo la densidad y biomasa de malezas a 28 DDA. En el primer ensayo se observó una riqueza global de 20 especies en el lote experimental, estando representada mayormente por especies dicotiledóneas. No hubo efecto de los tratamientos herbicidas ni del tiempo desde la aplicación (DDA) sobre la riqueza de especies de malezas, con una media de 5 especies por tratamiento. Tampoco se vio afectada la diversidad ecológica de la flora espontánea por la aplicación de herbicidas en dosis reducidas. En las tres fechas de muestreo, la densidad y biomasa de malezas fue mayor en el testigo sin herbicida, sin que se observen diferencias entre las dosis de aplicación. En el experimento con herbicidas PRE se observó para *pendimetalin*, que la densidad y biomasa de malezas fue mayor en el testigo en comparación con las parcelas tratadas con herbicida, sin diferencias entre las dosis aplicadas. Para *linurón*, habiéndose observado el mismo efecto sobre la densidad de plantas de malezas, la biomasa del testigo

sin herbicidas fue mayor que la observada en las parcelas con la menor dosis de herbicida y esta a su vez fue mayor que la correspondiente a las parcelas con las otras dos dosis mayores, que no se diferenciaron entre sí. Se concluye que es técnicamente factible controlar malezas en el cultivo de cebolla en el VIRN con dosis reducidas de herbicidas POS y complementariamente utilizar de manera satisfactoria a los herbicidas PRE durante la etapa de cultivo establecido y con posterioridad a una labranza mecánica.

Palabras clave: cebolla, malezas, herbicidas, dosis reducidas, manejo integrado de malezas.

## ABSTRACT

Weed control is critical during onion crop establishment, given the crop's low competitive capacity due to its slow initial growth. In the 1990s, studies conducted in the Bonaerense Valley of the Colorado river demonstrated the high efficacy of using reduced doses of post-emergence herbicides for early weed control in onion crops established by no-till planting. However, this technology did not achieve the same levels of efficacy under the agroecological conditions of the VIRN (Valle Inferior de Rio Negro), possibly due to the greater complexity of weed infestation, associated with more diverse communities and a different emergence dynamic. This study aims to explore the ecological response of spontaneous flora to the application of post- and pre-emergence herbicides during the initial stages of onion cultivation in the VIRN. In the first trial, the application of post-emergence (POS) herbicides was evaluated using a combination of *oxyfluorfen* and *clethodim* at decreasing doses (manufacturer's recommended dose, 75% of the dose, 50% of the dose, and a control without herbicide). Weed richness, diversity, density, and biomass were assessed at 15, 35, and 50 days after application (DAA). In the second trial, two pre-emergence (PRE) herbicides, *linuron* and *pendimethalin*, were applied at three doses each (*linuron* 1.0, 1.5, and 2.0 L/ha<sup>-1</sup>; *pendimethalin* 3.0, 5.0, and 8.0 L/ha<sup>-1</sup>). Weed density and biomass were also evaluated at 28 DAA. In the first trial, an overall richness of 20 species was observed in the experimental plot, mostly represented by dicotyledonous species. There was no effect of herbicide treatments or time since application (DDA) on weed species richness, with an average of 5 species per treatment. The ecological diversity of spontaneous flora was also unaffected by the application of herbicides at reduced doses. On all three sampling dates, weed density and biomass were higher in the control plot without herbicide, with no differences observed between application doses. In the PRE herbicide experiment, for *pendimethalin*, weed density and biomass were higher in the control plot compared to the herbicide-treated plots, with no differences between the applied doses. For *linuron*, the same effect on weed plant density was observed; the biomass of the control plot without herbicide was higher than that observed in the plots with the lowest herbicide dose, and this, in turn, was higher than that of the

plots with the two higher doses, which did not differ from each other. It is concluded that it is technically feasible to control weeds in onion cultivation in the VIRN with reduced doses of POS herbicides and to complementarily use PRE herbicides satisfactorily during the established crop stage and after mechanical tillage.

Keywords: onion, weeds, herbicides, reduced doses, integrated weed management.

## DEDICATORIA

A mi hijito Martiniano.

A mi compañero Adrián.

A mi mamá, a mi papá y a mis hermanas.

## AGRADECIMIENTOS

A Martiniano y Adrián, mi equipo y mi sostén incondicional desde el primer día. Gracias por estar, por acompañar cada paso y por sostenerme incluso cuando dudé.

A mis padres y a mis hermanas, por alentarme siempre, por confiar en mí sin reservas y por ser ese abrazo al que siempre puedo volver.

A mis abuelos y mis tíos, eternos impulsores y fuente de inspiración en cada proyecto que emprendo.

A mis amigos de siempre, que nunca faltan y que sostuvieron con su ánimo y motivación cada etapa de este recorrido.

A mis amigos y profes de esta casa, verdaderos pilares en este camino, gracias por el apoyo, las charlas y los momentos compartidos.

A mi directora, Lucrecia, por su tiempo, por su paciencia infinita y por acompañarme con tanta dedicación en el proceso de análisis y escritura de esta tesina.

A Ariel Gajardo, por su tiempo, su compromiso y su presencia tanto en el campo durante los ensayos como en el laboratorio.

Al CURZAS, sede de la Universidad Nacional del Comahue, por brindarme sus espacios para analizar muestras, estudiar y escribir; esa pequeña oficinita fue hogar de muchas horas de trabajo y aprendizaje.

A la Universidad Nacional de Río Negro, pública, gratuita y de calidad, por darme el orgullo inmenso de ser su alumna y ahora su egresada.

Este logro también es de todos ustedes. Gracias por caminar conmigo.

# INDICE

RESUMEN .....	1
Palabras clave .....	2
ABSTRACT .....	3
Keywords.....	4
DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTOS .....	6
INDICE .....	7
INDICE DE FIGURAS.....	9
INDICE DE TABLAS.....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
Descripción del problema.....	12
MARCO TEÓRICO .....	15
Las malezas y su impacto.....	16
Control de malezas: enfoques y desafíos .....	17
Aplicación anticipada de dosis reducidas .....	19
Manejo integrado de malezas (MIM) .....	20
Condiciones agroecológicas del Valle Inferior del río Negro y su impacto en el manejo de malezas .....	20
HIPOTESIS.....	23
OBJETIVOS .....	23
Objetivo general .....	23
Objetivos específicos .....	23
MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
Área del estudio.....	24
Sitio experimental.....	25
Cultivo experimental.....	25
Experimentos realizados.....	26
Diseño Experimental.....	26
Ensayo N°1: aplicación en primera hoja .....	27

Ensayo N°2: combinación de labor mecánica y química en tercera hoja.....	28
Evaluaciones .....	29
Análisis estadístico.....	30
RESULTADOS .....	31
Experimento 1 .....	31
Experimento 2 .....	38
DISCUSION .....	40
CONCLUSIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA .....	44

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de la cebolla. ....	13
Figura 2. Ubicación del Valle Inferior de Rio Negro .....	24
Figura 3. Ensayo control de malezas en cultivo de cebolla. ....	27
Figura 4. Especies más abundantes en el ensayo 1.....	31
Figura 5. Riqueza de la comunidad de malezas post control en primera hoja.....	32
Figura 6. Componentes principales de la comunidad de malezas post control en primera hoja. ....	33
Figura 7. Diversidad de la comunidad de malezas post control en primera hoja. ....	34
Figura 8. Abundancia de la comunidad de malezas post control en primera hoja. ....	36
Figura 9. Peso seco de la comunidad de malezas post control en primera hoja.....	37
Figura 10. Malezas presentes en el ensayo 2. ....	38

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamiento de herbicidas aplicados en 1º hoja .....	28
Tabla 2. Tratamiento de herbicidas aplicados en 3º hoja.....	29
Tabla 3. Riqueza de especies luego del control con herbicida en 1º hoja de la planta de cebolla.....	31
Tabla 4. Riqueza de especies luego del control mecánico y con herbicida en 3º hoja de la planta de cebolla.....	38
Tabla 5. Efecto del <i>pendimetalin</i> aplicado en 3 <sup>er</sup> hoja sobre la comunidad de malezas .....	39
Tabla 6. Efecto del <i>linurón</i> aplicado en 3 <sup>er</sup> hoja sobre la comunidad de malezas .....	39

## INTRODUCCIÓN

La horticultura se encuentra dentro de las principales actividades agrícolas de la provincia de Río Negro, aunque con menor desarrollo que la fruticultura o la producción de forrajeras y maíz (Yanniello, 2022), cultivándose unas 7700 hectáreas en sus principales valles irrigados, produciendo cerca de 190 mil toneladas de hortalizas. Una de las especies más cultivadas es la cebolla, seguidas en menor medida por la zanahoria, el zapallo, tomate y otras hortalizas. El Valle Inferior de Río Negro y General Conesa concentran el 38% de la superficie hortícola rionegrina. Según la declaración anual de cultivos del IDEVI (Instituto de Desarrollo del Valle Inferior), en la campaña 2014-2015 se cultivaron 2500 hectáreas de hortalizas en el Valle Inferior (equivalente al 10-12% de la superficie total bajo riego), de las cuales 1500 hectáreas se dedicaron a la cebolla, 300 hectáreas al zapallo y 700 hectáreas a hortalizas diversificadas (Seba *et al.*, 2017). Alrededor de 180 productores se dedican a la producción de hortalizas, de los cuales el 95% arrienda la tierra, trabajando cada familia en superficies de 2 a 10 hectáreas.

La FAO (2015) destaca dos modalidades de producción de hortalizas en Río Negro:

- Producción especializada: llevada a cabo por productores que cultivan más de 20 hectáreas. Los cultivos principales son tomate para industria, cebolla y, en menor medida, zapallo. Esta modalidad es desarrollada por grandes productores o empresas que utilizan alta tecnología y producen hortalizas bajo estándares de calidad internacionales para el mercado externo.
- Producción diversificada: realizada por productores con superficies menores a 20 hectáreas, dedicados al cultivo simultáneo de cebolla, zapallo y otras hortalizas. Más del 60% de estas unidades son operadas por pequeños productores y sus familias, originarios generalmente del norte argentino y Bolivia. Estos productores tienen un nivel tecnológico inferior a la "producción especializada" y limitaciones en su estructura predial.

La cebolla se ha transformado en el principal cultivo hortícola en el Valle Inferior de Río Negro (VIRN), alcanzando esta temporada (2024/2025) las 2.798 ha, cifra que representa el 77,2% de la superficie total declarada para cultivos hortícolas en el Valle (Kehler, 2025). El VIRN forma parte del circuito productivo más importante del país (Zona Sur), que aporta históricamente el 65% del mercado nacional y al 85% de las exportaciones argentinas de cebolla.

Independientemente de la escala productiva, las malezas son una de las principales adversidades para cultivos hortícolas con baja capacidad competitiva, como la cebolla. La interacción entre el cultivo y las comunidades de malezas varía en riqueza y diversidad, influenciada por factores como el método de implantación, la fertilización y el manejo del agua de riego (Juárez, 2021).

La producción convencional de cebolla requiere el uso de herbicidas desde la implantación hasta el final del cultivo. Sin embargo, el control de malezas basado únicamente en altas dosis de herbicidas es controversial debido al incremento de costos de producción, la contaminación ambiental y el desarrollo de malezas resistentes. Para un manejo más sostenible, se exploran alternativas como el uso de dosis reducidas de herbicidas, el control cultural, el control manual o las cubiertas con material orgánico. El conocimiento de la composición y diversidad de la flora espontánea es crucial para el desarrollo de nuevas herramientas de control y manejo integrado de malezas (Juárez, 2021). En este trabajo, se estudió la flora espontánea durante la fase de establecimiento del cultivo de cebolla para desarrollar estrategias adecuadas a la transición agroecológica. Se caracterizaron las comunidades de malezas con diferentes tratamientos y se evaluó la efectividad de herbicidas postemergentes en dosis anticipadas.

## Descripción del problema

Las prácticas agrícolas, así como la dominancia del cultivo durante su ciclo de crecimiento, impactan sobre las comunidades de malezas. Estos efectos modifican tanto la diversidad y composición de especies de las comunidades como la abundancia, la biomasa y densidad de individuos (Poggio, 2012).

Las malezas son una de las principales problemáticas que debe afrontar el productor agrícola y los herbicidas siguen siendo la herramienta clave para su

control y aún controversial. Es imperioso incorporarlas en un manejo integrado y preventivo que posibilite una mayor eficiencia de control.

La utilización de herbicidas es una práctica corriente en la horticultura bajo riego, especialmente en cultivos de escasa capacidad competitiva como la cebolla (Dall'Armellina, 1996). Así, los herbicidas pueden clasificarse de acuerdo al momento de aplicación en presiembra (PSI), preemergencia (PRE), post emergencia (POS) y post dirigidos (Orioli *et al.*, 2014). Los POS deben aplicarse directamente a las malezas. Sin embargo, las aplicaciones de presiembra o preemergencia son la base para una buena efectividad de los tratamientos de postemergencia a dosis reducidas (Fernández *et al.*, 2014).

En el VIRN, la siembra de cebolla se realiza principalmente a partir de mediados de agosto y hasta septiembre, especialmente para las variedades tardías que representan el 75% de la producción en la provincia. El cultivo de cebolla se realiza utilizando tanto siembra directa como trasplante de plantines, aunque la proporción de superficie destinada a cada método varía según el sistema productivo y la región. Las cebollas tempranas se siembran a finales del verano o principios del otoño y las tardías en invierno o principios de la primavera. El ciclo de cultivo de cebolla abarca la mayor parte del año, desde agosto hasta febrero, con la cosecha de cebollas tempranas y tardías (Navarro, 2017).

El momento más sensible a la competencia por malezas es la etapa de establecimiento que abarca hasta la cuarta hoja (Fig. 1). Aunque se deba mantener la comunidad de malezas controladas todo el ciclo para lograr el éxito del cultivo.

### Ciclo de la cebolla

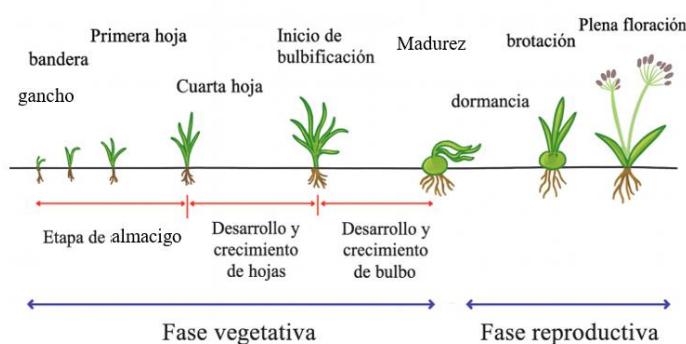


Figura 1. Ciclo de la cebolla.

Es posible efectuar un control adecuado de las malezas en postemergencia con dosis anticipadas. Es por ello que, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad de diversos herbicidas postemergentes en dosis menores anticipando el momento de aplicación.

## MARCO TEÓRICO

La cebolla (*Allium cepa L.*) es una planta bienal que se cultiva comúnmente como anual para la recolección de sus bulbos y como bienal para la obtención de semillas. La producción mundial de cebolla se estima en 99 millones de toneladas, abarcando una superficie de 5,1 millones de hectáreas. China, India y EE.UU. son los principales países productores, mientras que los Países Bajos, China y EE.UU. son los principales exportadores. Los mayores importadores son EE.UU., Malasia y Reino Unido (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina, 2021).

Históricamente, Argentina siembra entre 17.000 y 20.000 hectáreas de cebolla anualmente, produciendo entre 600 - 750 mil toneladas, lo que representa aproximadamente el 1% de la producción mundial. Argentina es autoabastecida (consumo interno de aproximadamente 480 mil ton/año) y exporta alrededor del 30% de su producción (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina, 2021). Las principales regiones productoras son la provincia de Buenos Aires (Zona Sur) y el Valle de Río Negro, seguidas por Mendoza, San Juan y Santiago del Estero (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2021). Aproximadamente el 70% de la producción nacional se destina al consumo en fresco, con un consumo per cápita de 10-12 kg/habitante/año, similar al promedio mundial de 11 kg/habitante/año. La demanda de cebolla es inelástica, es decir, no presenta fluctuaciones significativas ante variaciones de precio (FAOSTAT, 2023).

El cultivo de cebolla tiene una gran relevancia económica en el VIRN (Kehler, 2025). La combinación de un clima templado y la disponibilidad de agua de riego del río Negro hacen que esta región sea especialmente apta para la producción de cebolla de alta calidad. Los suelos fértiles y las condiciones climáticas permiten obtener un producto competitivo en mercados nacionales e internacionales. El VIRN cuenta con un sistema de riego eficiente, principalmente por gravedad, que es esencial para la productividad y calidad del cultivo de cebolla. La cebolla es sensible a la disponibilidad hídrica, requiriendo un suministro constante durante su crecimiento. El riego por gravedad puede favorecer el crecimiento de malezas al crear un ambiente húmedo, lo que puede reducir el rendimiento si no se manejan adecuadamente (Navarro, 2018).

Este cultivo es un mal competidor frente a las malezas, razón por la cual se debe realizar una planificación estratégica del control de la flora espontánea. La identificación precoz de malezas en sistemas hortícolas permite diseñar manejos más eficientes y sostenibles, considerando los ciclos biológicos y la interacción con las prácticas culturales (Bezic *et al.*, 2011). Estas herramientas, aplicadas en el contexto del VIRN, resultan esenciales para reducir la presión de las malezas en estadios críticos del cultivo de cebolla. El momento más sensible a la competencia por malezas es la etapa de establecimiento, hasta la cuarta hoja, aunque el control debe mantenerse durante todo el ciclo para el éxito del cultivo (Juárez *et al.* 2022).

El cultivo de cebolla es un pilar económico en el VIRN, generando empleo desde la siembra hasta el empaque. Su alta calidad, buena conservación y sabor le permiten acceder a mercados competitivos. Además, la cebolla es una alternativa de diversificación en los sistemas agrícolas del Valle Inferior, contribuyendo a la reducción de riesgos económicos y a la sostenibilidad del sistema. Se adapta bien a las rotaciones de cultivos, mejorando la fertilidad del suelo y el manejo de plagas y malezas (Kehler, 2025).

A pesar de su importancia, el cultivo de cebolla enfrenta desafíos como las fluctuaciones de precios internacionales, el costo de los insumos agrícolas y la gestión de malezas. Para este último desafío existen oportunidades para mejorar la sostenibilidad mediante la optimización del uso de insumos, como la reducción de dosis de herbicidas, lo que beneficia tanto al productor como al medio ambiente.

## Las malezas y su impacto

En los agroecosistemas, una "comunidad de malezas" se refiere al conjunto de especies vegetales no deseadas que crecen espontáneamente en un área cultivada. Estas malezas suelen ser altamente competitivas y pueden coexistir con los cultivos, como la cebolla, afectando su desarrollo y productividad. Ecológicamente, las comunidades de malezas se rigen por la dinámica poblacional, compiten directamente por recursos limitantes como luz, agua y nutrientes, afectando la eficiencia de cultivo (Zimdahl, 2024), la sucesión ecológica y la adaptabilidad a las condiciones del agroecosistema.

La composición de la comunidad de malezas varía según el tipo de suelo, el régimen de riego, la época del año, el manejo del suelo y el uso de agroquímicos. En sistemas de cultivo de cebolla bajo riego, como en el VIRN, las malezas pueden ser anuales o perennes, con gran capacidad de adaptación a condiciones agrícolas intensivas. Muchas especies han desarrollado resistencia al uso repetido de herbicidas, lo que representa un desafío constante para los productores. Estas especies pueden resistir condiciones adversas y recuperarse rápidamente de perturbaciones como el arado o la aplicación de agroquímicos (Avilés, 2018). La caracterización temprana de especies como *Convolvulus arvensis*, una maleza de difícil control químico y gran capacidad de enredamiento con cultivos, ha sido ampliamente documentada en estudios regionales que destacan su interferencia en cultivos hortícolas bajo riego (Dall'Armellina *et al.*, 2018). Esta especie, junto con otras identificadas en el VIRN, requiere estrategias de control ajustadas a su biología y momento de emergencia.

La competencia entre las malezas y el cultivo de cebolla se da por recursos clave como luz, agua, nutrientes y espacio. Algunas malezas crecen más rápido que la cebolla, formando coberturas que bloquean el acceso a la luz solar, lo que afecta la fotosíntesis del cultivo, retrasando su crecimiento y reduciendo su vigor. Además de poder generar ambientes donde se alberguen plagas patogénicas para el cultivo (Avilés *et al.*, 2018).

La presencia de malezas en el cultivo de cebolla genera varios problemas que impactan negativamente la producción y calidad del producto final:

- Reducción significativa de los rendimientos y la calidad de los bulbos debido a la competencia temprana.
- Obstrucción de los surcos de riego y consecuente anegamiento.
- Mayor costo de manejo, tanto en mano de obra como en agroquímicos.
- Incremento de enfermedades y plagas al ser hospederas de las mismas.
- Contaminación del producto final, reduciendo su valor comercial.

## Control de malezas: enfoques y desafíos

El manejo eficiente de las malezas es crucial para minimizar sus efectos negativos y optimizar el rendimiento del cultivo. Esto resalta la importancia de prácticas como la aplicación de dosis reducidas de herbicidas, que buscan

equilibrar el control de malezas con la sostenibilidad del sistema agrícola. El manejo de malezas no debe centrarse exclusivamente en la eficacia técnica, sino también contemplar sus implicancias éticas y sociales dentro del sistema agrícola (Zimdahl, 2012).

La densidad de malezas está directamente influenciada por el riego, ya que la disponibilidad constante de agua facilita la germinación de semillas en el banco de semillas del suelo, aumentando la densidad de malezas. Muchas malezas tienen semillas pequeñas que germinan rápidamente bajo condiciones favorables, especialmente en las etapas tempranas del cultivo, lo que dificulta su control. En cultivos como la cebolla, donde se aplican herbicidas postemergentes, la lluvia o el riego inmediato después de la aplicación pueden reducir la efectividad de los herbicidas al diluirlos o estimular la germinación de nuevas malezas, lo que a veces requiere una segunda aplicación.

El manejo integrado de malezas (MIM) se optimiza combinando un riego adecuado con el uso de herbicidas en dosis anticipadas. Controlar la cantidad de agua aplicada y limitarla a las áreas críticas puede reducir la necesidad de herbicidas, disminuyendo el impacto ambiental (Cañón *et al.*, 2015).

Los herbicidas postemergentes se aplican después de la emergencia del cultivo y las malezas. A diferencia de los preemergentes, estos actúan directamente sobre las malezas en crecimiento activo y son esenciales durante el ciclo de cultivo, especialmente cuando las malezas ya compiten por recursos. En Argentina, los productores de cebolla usan una variedad de herbicidas postemergentes, selectivos y no selectivos, adaptados al tipo de malezas y características del cultivo. Los selectivos reducen la población de malezas sin afectar el cultivo, mientras que los no selectivos eliminan tanto malezas como cultivo si se aplican indiscriminadamente, requiriendo un uso muy cuidadoso.

Los herbicidas postemergentes fueron diseñados para interferir en diferentes procesos vitales de las malezas como la fotosíntesis, la división celular y la síntesis de lípidos, debilitando las plantas e impidiéndoles competir con el cultivo. Sin embargo, el uso excesivo puede generar resistencia en algunas especies de malezas, por lo que son importantes estrategias como la rotación de herbicidas y el uso de dosis menores para preservar su eficacia a largo plazo. El uso repetido y sostenido de herbicidas en sistemas agrícolas intensivos ha favorecido la selección natural de especies resistentes, lo que ha disminuido su

efectividad a largo plazo (Zimdahl & Clark, 1982). El uso excesivo de herbicidas también contribuye a la contaminación del suelo y el agua, afectando la biodiversidad y la salud de los ecosistemas. La reducción de la dosis minimiza la liberación de químicos al ambiente, reduciendo el riesgo de contaminación.

### Aplicación anticipada de dosis reducidas

Una agricultura ética considera no sólo la rentabilidad del control químico, sino también sus consecuencias ecológicas y sociales (Zimdahl, 2012). La aplicación de dosis anticipadas de herbicidas es una estrategia que busca mantener la eficacia del control de malezas minimizando los impactos ambientales, económicos y el desarrollo de resistencia. Esta técnica utiliza una cantidad de herbicida menor a la recomendada comercialmente, aplicándola en el momento adecuado o en combinación con otras prácticas de manejo, para lograr un control efectivo sin comprometer el rendimiento del cultivo. El uso constante de dosis completas de herbicidas puede generar resistencia en las malezas, haciendo los productos menos efectivos con el tiempo. La aplicación de dosis anticipadas, junto con otras estrategias como la rotación de cultivos y el control manual, puede retrasar la aparición de resistencia (Tuesca *et al.*, 2010).

El uso de dosis anticipadas implica un menor gasto en productos fitosanitarios, lo que genera ahorros significativos para los agricultores sin comprometer el control de malezas (Bayer Crop Science, 2021). Esto es especialmente relevante en cultivos de bajo margen económico, como la cebolla, donde la reducción de costos es clave para la rentabilidad. En algunos casos, las dosis completas pueden causar fitotoxicidad en cultivos sensibles.

El éxito de las dosis anticipadas depende de la temporalidad de la aplicación; aplicarlas en momentos críticos del ciclo de vida de las malezas (emergencia o primeras etapas de crecimiento) aumenta la eficacia, incluso con dosis bajas. No obstante, factores ambientales como la humedad del suelo, la temperatura o la lluvia post aplicación pueden afectar la efectividad de estas dosis, haciéndolas más sensibles a condiciones climáticas óptimas. Si se aplican incorrectamente, las dosis anticipadas pueden no ser letales, favoreciendo la selección de individuos más resistentes y, a largo plazo, la evolución de resistencia en las poblaciones de malezas. Aunque ofrece ventajas en sostenibilidad y costos, también presenta desafíos como el riesgo de control inadecuado en alta presión

de malezas o la selección de poblaciones resistentes. Por ello, es fundamental ajustar esta estrategia a las condiciones locales y complementarla con otras prácticas de manejo de malezas (Micheli, 2024).

### **Manejo integrado de malezas (MIM)**

Las actitudes hacia la ciencia agrícola y sus tecnologías pueden influir significativamente en la adopción de prácticas sustentables y responsables (Zimdahl, 1990). El MIM es un enfoque integral y sostenible para el control de malezas en sistemas agrícolas (Fernández *et al.*, 2014; FAO, 2002). Su objetivo es reducir la dependencia de herbicidas químicos integrando múltiples estrategias de manejo, incluyendo prácticas culturales, mecánicas, biológicas y el uso racional de herbicidas. El MIM busca controlar las malezas de manera eficaz, sostenible y económica, disminuyendo los impactos negativos sobre el ambiente, la salud humana y la biodiversidad.

El concepto clave del MIM es que ninguna herramienta individual, como los herbicidas, debe ser la única estrategia de control. Las dosis reducidas de herbicidas si se complementan con prácticas culturales como la rotación de cultivos, el uso de coberturas vegetales o el ajuste de las fechas de siembra resultan ecológicamente viables (Tuesca *et al.*, 2010). Estas estrategias limitan el crecimiento de malezas y permiten que los herbicidas aplicados en menor cantidad sigan siendo efectivos al reducir la competencia de las malezas. El MIM también fomenta el uso de herramientas de agricultura de precisión, como sensores de malezas y aplicaciones específicas. Estas tecnologías permiten aplicar herbicidas de manera localizada y a dosis reducidas, enfocándose solo en las áreas problemáticas, lo que reduce el uso generalizado de químicos en todo el campo.

### **Condiciones agroecológicas del Valle Inferior del río Negro y su impacto en el manejo de malezas**

El clima del Valle Inferior del Río Negro es semiárido, con precipitaciones bajas (300-400 mm anuales) concentradas en otoño e invierno. Esta escasez de lluvias hace que el riego sea fundamental para el cultivo de cebolla, pero también influye en la aparición y crecimiento de malezas. La falta de lluvias durante la temporada

de crecimiento (primavera y verano) limita la germinación y desarrollo natural de malezas dependientes de la humedad del suelo. Sin embargo, en parcelas bajo riego, esta limitación se reduce, permitiendo la proliferación de malezas junto con el cultivo. Las altas temperaturas en verano favorecen el rápido desarrollo de algunas especies de malezas anuales, especialmente bajo riego, aumentando la competencia con la cebolla por recursos (Kehler, 2025).

En la región se utiliza principalmente el riego por gravedad, aunque el riego por goteo y otros sistemas presurizados también se han expandido. El riego por gravedad puede causar una dispersión irregular del agua, lo que afecta también el control de malezas al dejar algunas zonas más propensas a la germinación (Navarro *et al.*, 2018).

La rotación de cultivos es una práctica común, alternando la cebolla con maíz o pasturas. Estas rotaciones ayudan a interrumpir los ciclos de vida de algunas especies naturales, pero también pueden favorecer la aparición de especies adaptadas a diferentes condiciones de cultivo, lo que complica su manejo.

El laboreo en la preparación del suelo para el cultivo de cebolla tiene un efecto importante sobre las comunidades de malezas, ya que puede reducir temporalmente su presencia al enterrar semillas o plántulas. Sin embargo, el laboreo también puede activar el banco de semillas, favoreciendo la germinación de nuevas especies. La aplicación de herbicidas antes o después del laboreo es crucial para mantener el control. Las condiciones climáticas, edafológicas y agrícolas del Valle Inferior del Río Negro crean un entorno complejo para el manejo de malezas en cultivos de cebolla. Las condiciones agroecológicas del VIRN favorecen la proliferación de malezas, complicando el control con herbicidas. Estos factores subrayan la importancia de investigar la aplicación de dosis reducidas de herbicidas como parte de un enfoque más amplio de manejo de malezas, ajustado a las particularidades del área de estudio (Avilés *et al.*, 2018).

La investigación sobre la respuesta de las malezas a dosis reducidas es relevante para la sostenibilidad ambiental y la viabilidad económica de los sistemas agrícolas, especialmente en cultivos clave como la cebolla en el VIRN. El uso intensivo de herbicidas ha generado problemas ecológicos, económicos y sociales que requieren explorar alternativas más sostenibles (Oerke, 2006). La

anticipación de las aplicaciones ofrece una oportunidad para abordar estos desafíos desde una perspectiva agroecológica.

En términos económicos, la anticipación en las aplicaciones de herbicidas con dosis reducidas presenta beneficios potenciales para los agricultores, particularmente en cultivos como la cebolla donde los insumos representan una parte significativa de los gastos operativos. Los herbicidas son uno de los costos más elevados en la producción agrícola. La reducción de dosis puede generar ahorros directos en los costos de insumos sin comprometer significativamente el control de malezas, especialmente si se implementan con conocimiento técnico y en combinación con otras prácticas. Estos ahorros pueden mejorar la rentabilidad de las explotaciones agrícolas, especialmente en escenarios de márgenes estrechos o mercados competitivos (Dall'Armellina, 2018).

Por otro lado, existe una creciente presión regulatoria para reducir el uso de agroquímicos debido a sus impactos ambientales y en la salud humana. Además, los consumidores y mercados internacionales están cada vez más interesados en productos agrícolas producidos de manera sostenible. La implementación de estrategias de anticipación en la aplicación con dosis reducidas podría posicionar a los agricultores para cumplir con estas demandas regulatorias y de mercado, mejorando su competitividad y acceso a mercados más exigentes o de alto valor agregado (Dall'Armellina, 2018).

Estudios sobre la respuesta de las malezas a dosis reducidas proporcionan datos fundamentales para que agricultores y asesores agronómicos tomen decisiones informadas. Este conocimiento es valioso para ajustar estrategias a los cambios en las condiciones climáticas, el tipo de malezas presentes o la evolución de prácticas culturales. Este trabajo se enmarca en las técnicas aplicables al control de malezas, buscando un control efectivo con aplicaciones anticipadas en dosis reducidas de herbicidas, y profundizando en la complejidad de la flora espontánea y la dificultad de su control en los cultivos.

## HIPOTESIS

La aplicación de herbicidas en dosis reducidas y en estadios tempranos de desarrollo de las malezas, así como su combinación con prácticas mecánicas de control, modifican la composición, diversidad y abundancia de la comunidad de malezas en el cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) en el Valle Inferior del río Negro, permitiendo disminuir la presión de malezas sin comprometer la eficacia del control ni la sustentabilidad del sistema de manejo.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Evaluar la respuesta ecológica de la flora espontánea a la aplicación de herbicidas en dosis reducidas, tanto en tratamientos preemergentes como posemergentes, durante las etapas iniciales del cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) en el Valle Inferior del río Negro, con el fin de determinar estrategias de manejo que permitan disminuir la presión de enmalezamiento.

### Objetivos específicos

- Evaluar la efectividad del control de malezas mediante la reducción de dosis de herbicidas postemergentes aplicados en estados tempranos del desarrollo de las malezas que afectan al cultivo de cebolla de siembra directa.
- Analizar la respuesta de la comunidad de malezas a la aplicación de herbicidas preemergentes durante el ciclo de crecimiento vegetativo de la cebolla.

# MATERIALES Y MÉTODOS

## Área del estudio

Este trabajo se realizó en el Valle Inferior del río Negro (VIRN) (Fig. 2), ubicado en el sudeste de la provincia de Río Negro, Argentina, en la zona de chacras bajo riego. El VIRN presenta un clima semiárido, con precipitaciones anuales entre 250 y 350 mm, concentradas en otoño e invierno, y temperaturas medias que oscilan entre los 5 °C en invierno y los 25 °C en verano. La amplitud térmica, la baja humedad relativa y la alta radiación solar favorecen el desarrollo de cultivos hortícolas como la cebolla, especialmente en ciclos otoño-invierno (INTA, 2021).

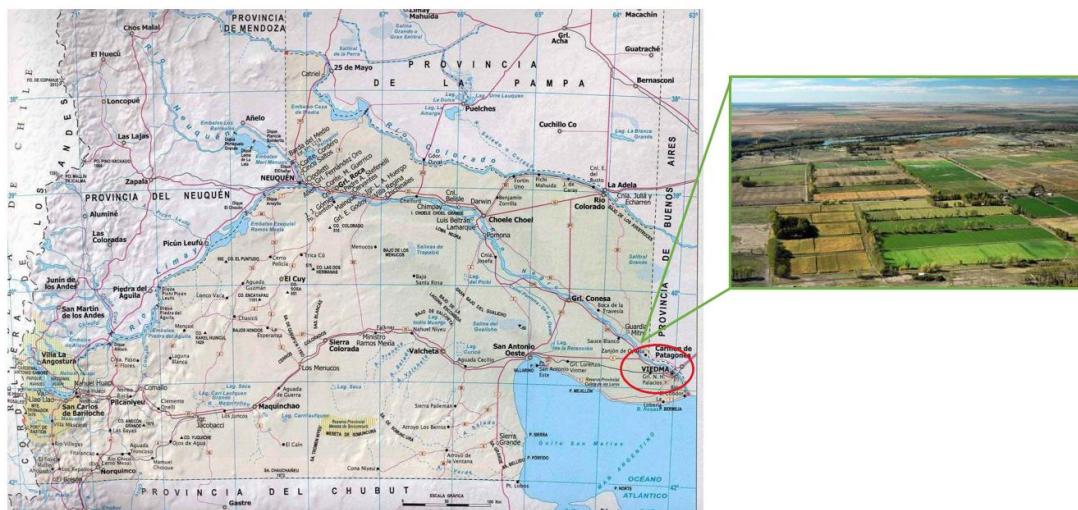


Figura 2. Ubicación del Valle Inferior de Río Negro

Los suelos predominantes son franco-arenosos a franco-limosos, con buena capacidad de drenaje, aunque sensibles a la salinización y a la falta de aireación. La correcta nivelación del terreno y el uso de riego por surco o presurizado permiten una distribución homogénea del agua, reduciendo el riesgo de enfermedades fúngicas y mejorando la germinación (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina, 2021).

En este contexto, el cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) se ha consolidado como una de las principales actividades hortícolas del VIRN, con variedades tardías destinadas tanto al mercado interno como a la exportación. Sin embargo, la cebolla es un cultivo de baja competitividad frente a las malezas, lo que exige estrategias de manejo integradas. Las especies más frecuentes incluyen

gramíneas como *Echinochloa crus-galli* y *Digitaria spp.*, y malezas de hoja ancha como *Lamium amplexicaule*, *Chenopodium album* y *Amaranthus spp.* (Juárez et al., 2022).

Estudios recientes en transición agroecológica han demostrado que el uso de compost y la reducción de dosis de herbicidas no modifican significativamente la densidad ni la diversidad de la comunidad de malezas, pero sí permiten un manejo más sustentable. Además, se han desarrollado modelos de simulación para predecir la emergencia de especies clave, lo que facilita el control temprano y reduce el impacto ambiental (Juárez et al., 2022).

## Sitio experimental

Los experimentos se llevaron a cabo en un lote bajo riego de la chacra experimental de la UIISA (Unidad Integrada para la Innovación del Sistema Agroalimentario de la Patagonia Norte) ubicada en el Valle Inferior de Río Negro (VIRN) a 40° 48' de latitud Sur y 63° 05' de longitud Oeste (Fig. 2). El sitio experimental tiene un historial de uso agrícola con predominio de horticultura en los últimos 10 años, por lo que la condición de enmalezamiento se estima de media a alta. El suelo del sitio experimental era franco arcilloso con pH 7,74; conductividad eléctrica de 1,81 dS.m<sup>-1</sup> y 4,75% de materia orgánica.

## Cultivo experimental

El ensayo se llevó a cabo en un cultivo de cebolla sembrado en el mes de septiembre hasta tercera hoja del desarrollo de las plantas del cultivo. La preparación de la cama de siembra se realizó siguiendo las prácticas habituales de la tecnología predominante en la región, consistentes en dos pasadas de rastra pesada y el uso de surcador, conformando camellones a 60 cm de separación. Posteriormente, se efectuó un riego de presiembra y, dos semanas más tarde, se sembró cebolla cultivar Valcatorce INTA a razón de 6 kg·ha<sup>-1</sup>, en doble hilera a ambos lados del camellón (cuatro caras) utilizando sembradora a chorillo (Fig. 3 A). La fertilización de base consistió en la aplicación localizada de 51 kg·ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamónico en bandas bajo la línea de siembra. Los riegos posteriores se realizaron a demanda del cultivo, aplicados por gravedad con una frecuencia aproximada de siete días.

## **Experimentos realizados**

Se realizaron dos experimentos para evaluar el control de malezas en el cultivo de cebolla:

- ENSAYO 1: Aplicación de herbicidas POS en primera hoja del cultivo.
- ENSAYO 2: Aplicación de herbicidas PRE luego de labor mecánica en tercera hoja del cultivo.

## **Diseño Experimental**

En ambos experimentos se empleó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La superficie de cada bloque fue de 14,4 m<sup>2</sup>. En cada bloque se establecieron 4 unidades experimentales (UE) de 3 bordos de ancho por 2 metros de largo. Para la evaluación, las unidades de muestreo (marco de 30 x 30 cm), (Fig. 3 B) se colocaron en el centro de cada UE sobre el borde central. La distribución de las UE dentro de cada bloque se realizó de forma aleatoria (Fig. 3 C).



Figura 3. Ensayo control de malezas en cultivo de cebolla.

A) Cultivo de cebolla 3º hoja, B) Marco del muestreo sobre el bordo, C) Toma de muestras, D) Pesaje de materia seca.

#### Ensayo N°1: aplicación en primera hoja

- Momento de aplicación: 17/09/2019 con cebolla en primera hoja verdadera y malezas en estado cotiledonar.
- Form de aplicación: los herbicidas se aplicaron con mochila pulverizadora con pico de abanico plano y un volumen de agua de 200 L. ha<sup>-1</sup> sobre el bordo.

- Tratamientos: se utilizó una mezcla de herbicidas *oxifluorfen*<sup>1</sup> y *cletodim*<sup>2</sup>. Se evaluaron las siguientes combinaciones productos-dosis (Tabla 1):
  - D1: dosis recomendada en marbete (1,00 L PC/ha<sup>-1</sup> de cada herbicida).
  - D2: dosis reducida al 75% (0,75 L PC/ha<sup>-1</sup> de cada herbicida).
  - D3: dosis reducida al 50% (0,50 L PC/ha<sup>-1</sup> de cada herbicida).
  - D4: testigo (sin aplicación de herbicidas) y sin desmalezar.

Tabla 1. Tratamiento de herbicidas aplicados en 1º hoja

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis (L PC/ha <sup>-1</sup> )	Dosis (g i.a./ha <sup>-1</sup> )
Dosis Recomendada (D1)			1,00+1,00	240+240
Dosis Reducida al 75% (D2)	Select 24E + Koltar 24EC	Cletodim + Oxifluorfen	0,75+0,75	180+180
Dosis reducida al 50% (D3)			0,50+0,50	120+120
Testigo (D4)			0	0

## Ensayo N°2: combinación de labor mecánica y química en tercera hoja

Una semana antes de iniciar la aplicación de herbicidas se realizó una carpida manual como punto de partida común a todos los tratamientos PRE. Se probaron dos herbicidas: *linurón*<sup>3</sup> y *pendimetalin*<sup>4</sup>. Estos fueron aplicados con mochila

<sup>1</sup> *Oxifluorfen* es un herbicida de contacto y residual, efectivo tanto en preemergencia como en postemergencia temprana, principalmente controla malezas de hoja ancha y algunas gramíneas anuales. Actúa Inhibiendo la enzima protoporfirinógeno oxidasa interrumriendo la biosíntesis de clorofila en las malezas. Se absorbe por las hojas y raíces. De amplio espectro incluyendo cebolla, ajo, brócoli, frutales y otros. El Ingrediente activo es Oxfuorfen, de Formulación concentrado emulsionable (EC). Normalmente no ofrece peligro (Grupo IV).

<sup>2</sup> El *cletodim* es un herbicida banda azul, sistémico y selectivo de post-emergencia, utilizado para el control de malezas gramíneas anuales y perennes en diversos cultivos. Modo de acción del herbicida sistémico que se absorbe por las hojas y se trasloca a través del floema y xilema hacia los puntos de crecimiento de la maleza inhibiendo la enzima acetil CoA carboxilasa (ACCasa), esencial para la síntesis de lípidos en las plantas, lo que interrumpe el crecimiento de las malezas. El Ingrediente activo es Cletodim, de Formulación Concentrado emulsionable (EC).

<sup>3</sup> El *linurón* es un herbicida clase III, selectivo, sistémico y de acción por contacto, que se utiliza para el control de malezas anuales de hoja ancha y gramíneas en una amplia variedad de cultivos. Su modo de acción implica la inhibición de la fotosíntesis, impidiendo el funcionamiento de la clorofila y causando clorosis y muerte del tejido verde de las malezas. Absorbe principalmente por las raíces, pero también por las hojas, la parte absorbida por las raíces se transloca acrópetamente a las hojas. Control efectivo de un amplio espectro de malezas, con poca acumulación en el suelo.

<sup>4</sup> *Pendimetalin* es un herbicida clase III, selectivo de acción preemergente, comúnmente formulado como concentrado emulsionable (EC). Su Ingrediente activo, el pendimetalin, pertenece a la familia química de las dinitroanilinas. Actúa

pulverizadora a razón de 200 L/ha<sup>-1</sup> sobre el bordo, utilizando las dosis indicadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamiento de herbicidas aplicados en 3º hoja.

Tratamiento	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis (L/ha <sup>-1</sup> )	Dosis (g i.a./ha <sup>-1</sup> )
T Testigo sin herbicida				0
L 1,0	Linurón 50 FW	<i>Linurón</i> 50%	1,0	0,50
L 1,5*			1,5	0,75
L 2,0			2,0	1,0
P 3	Herbadox 33E	<i>Pendimetalin</i> 33%	3,0	0,99
P 5*			5,0	1,65
P 8			8,0	2,64

\*Dosis recomendada en marbete.

## Evaluaciones

Las evaluaciones de la comunidad de malezas del experimento 1 se realizaron a los 15, 35 y 50 días después de la aplicación (DDA) de los herbicidas. En cambio, el experimento 2 solo se evaluó a los 28 DDA.

En cada unidad de muestreo, se recolectaron las malezas presentes y se midieron las siguientes variables:

- Riqueza: número de especies de malezas presentes.
- Abundancia de malezas: número total de individuos de cada población de malezas presentes en la unidad de muestreo, informadas en plantas/ha.
- Diversidad: calculada mediante el índice de Shannon-Weaver (Ec. 1).

$$H' = - \sum p_i * \ln (p_i) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde pi es la proporción de individuos de la especie i respecto al número total de plantas.

- Peso total de malezas: peso seco de la biomasa total de malezas por muestra, en kg/ha al momento de la extracción a campo (Fig. 3 D).

---

inhibiendo la división y elongación celular en los meristemos de las malezas susceptibles, impidiendo su desarrollo. El efecto herbicida puede persistir por varias semanas (45-60 días). Control selectivo de malezas, tanto de hoja ancha como angosta, en diversos cultivos.

## Análisis estadístico

Los datos del experimento 1 fueron analizados mediante ANOVA doble (dosis x DDA) para determinar diferencias significativas entre tratamientos. Se aplicó el test de LSD (Fisher's Least Significant Difference) con un nivel de significancia de  $p < 0,05$  para las comparaciones de medias. Con los datos de abundancia por especie, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para las diferentes dosis evaluadas (Di Rienzo *et al.*, 2017).

En el experimento 2 la emergencia de malezas se evaluó 28 días DDA, registrando riqueza, abundancia por especie, diversidad según Shannon Weaver (Ec. 1) y peso seco total de la comunidad de malezas en cada muestra, al momento de la extracción.

Los datos de abundancia y diversidad fueron analizados mediante ANOVA simple para cada herbicida por separado y test de LSD ( $p < 0,05$ ).

# RESULTADOS

## Experimento 1

Se identificaron 20 especies espontáneas compuestas en un 75% por dicotiledóneas y un 25% por monocotiledóneas. Las especies más abundantes resultaron *Polygonum aviculare*, *Malvella leprosa* y *Lamiun amplexicaule* (Fig. 4 y Tabla 3).



Figura 4. Especies más abundantes en el ensayo 1.

A) *Polygonum aviculare*, B) *Malvella leprosa* C) *Lamiun amplexicaule*

Tabla 3. Riqueza de especies luego del control con herbicida en 1º hoja de la planta de cebolla.

Tipo de hoja	Ciclo de vida	Nombre vulgar	Nombre científico
Dicotiledónea	Anual	Vicia	<i>Vicia sp</i>
		Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>
		Flor amarilla	<i>Senecio vulgaris</i>
		Cardo negro	<i>Cirsium vulgare</i>
		Rama negra	<i>Conizia bonaerensis</i>
		Correhuela	<i>Convolvulus arvensis</i>
		Cerraja	<i>Sonchus oleraceus</i>
		Conejitos de campo	<i>Fumaria agraria</i>
		Ortiga mansa	<i>Lamium amplexicaule</i>
		Capiquí	<i>Stellaria media</i>
		Oreja de ratón	<i>Malvella leprosa</i>
		Pega pega	<i>Picris echioides</i>
		Sanguinaria	<i>Polygonum aviculare</i>
	Bienal anual	Enredadera anual	<i>Polygonum convolvulus</i>
Monocotiledónea	Anual	Meliloto amarillo	<i>Melilotus officinalis</i>
		Raigrás perenne	<i>Lolium perenne</i>
		Mijo silvestre	<i>Setaria viridis</i>
	Perenne	Avena	<i>Avena sp</i>
		Cebollín	<i>Cyperus rotundus</i>
		Cebadilla	<i>Bromus sp.</i>

La riqueza de especies no se modificó por el tratamiento herbicida realizado (Fig. 5). Se observa en promedio de la riqueza para todos los tratamientos es de 5 especies por tratamiento. Esto indicaría que el tratamiento químico realizado no resultó selectivo de alguna población en particular.

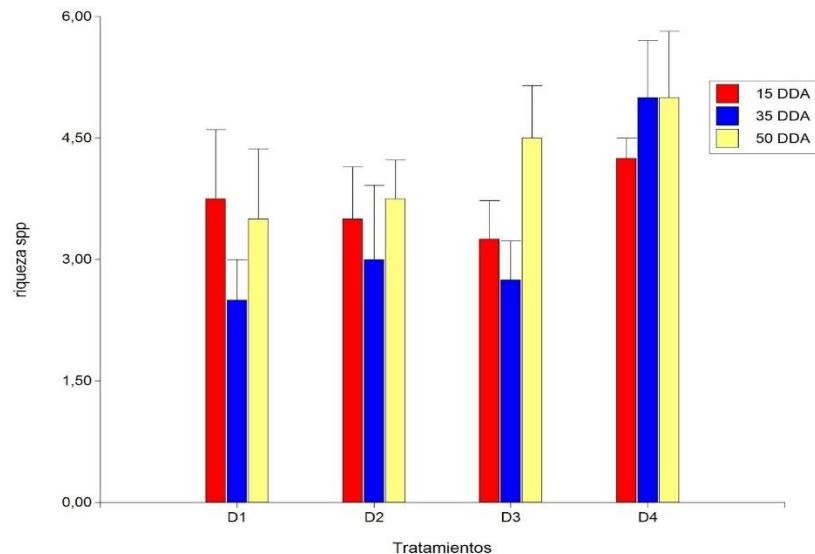


Figura 5. Riqueza de la comunidad de malezas post control en primera hoja.

Los tratamientos de los herbicidas *oxifluorfen* y *cletodim* fueron: D1) Dosis recomendada, D2) 75% de la dosis recomendada, D3) 50% de la dosis recomendada y D4) Testigo. Las barras corresponden al promedio de cuatro bloques y las líneas representan el EE. Las letras indican diferencias entre tratamientos ( $p<0,05$ ).

Al finalizar el experimento, 60 DDA, se identificó un individuo de *Coniza bonaerensis*. Su presencia debería ser considerada como una alerta temprana para los productores dada su capacidad para desarrollar resistencia a los herbicidas y convertirse en una especie de difícil control. En este sentido la presencia de *Convolvulus arvensis*, más frecuente en el Valle Inferior, pero con baja densidad en este lote, debería ser también una alerta, sumado al difícil control su capacidad de enredarse a otras especies complica las labores de cosecha.

Otra especie compleja identificada fue el cebollín, que es una planta que disminuye la calidad de los bulbos de cebolla por su hábito de reproducción vegetativa, al elongar los rizomas perfora los bulbos de la cebolla. Es una maleza

de difícil control químico más aun en los cultivos de cebolla con quienes comparten similitudes fisiológicas.

De acuerdo al análisis de componentes principales el 80,5% de la variabilidad observada en la composición de las comunidades de malezas puede atribuirse al efecto de la combinación de los herbicidas aplicados (Fig. 6). Las especies que germinaron aun con los tratamientos de herbicidas aplicados fueron *Taraxacum officinalis*, *Stellaria media*, *Malvella leprosa*, *Convolvulus arvensis*, *Lolium perenne*, *Conizia bonaerensis*, *Senecio vulgaris*, *Cardo asnar* y *Avena sativa*.

Las especies que no se expresaron en las parcelas con herbicidas fueron: *Urtica urens*, *Bromus sp.*, *Pircris echiooides* y *Melilotus officinalis*.

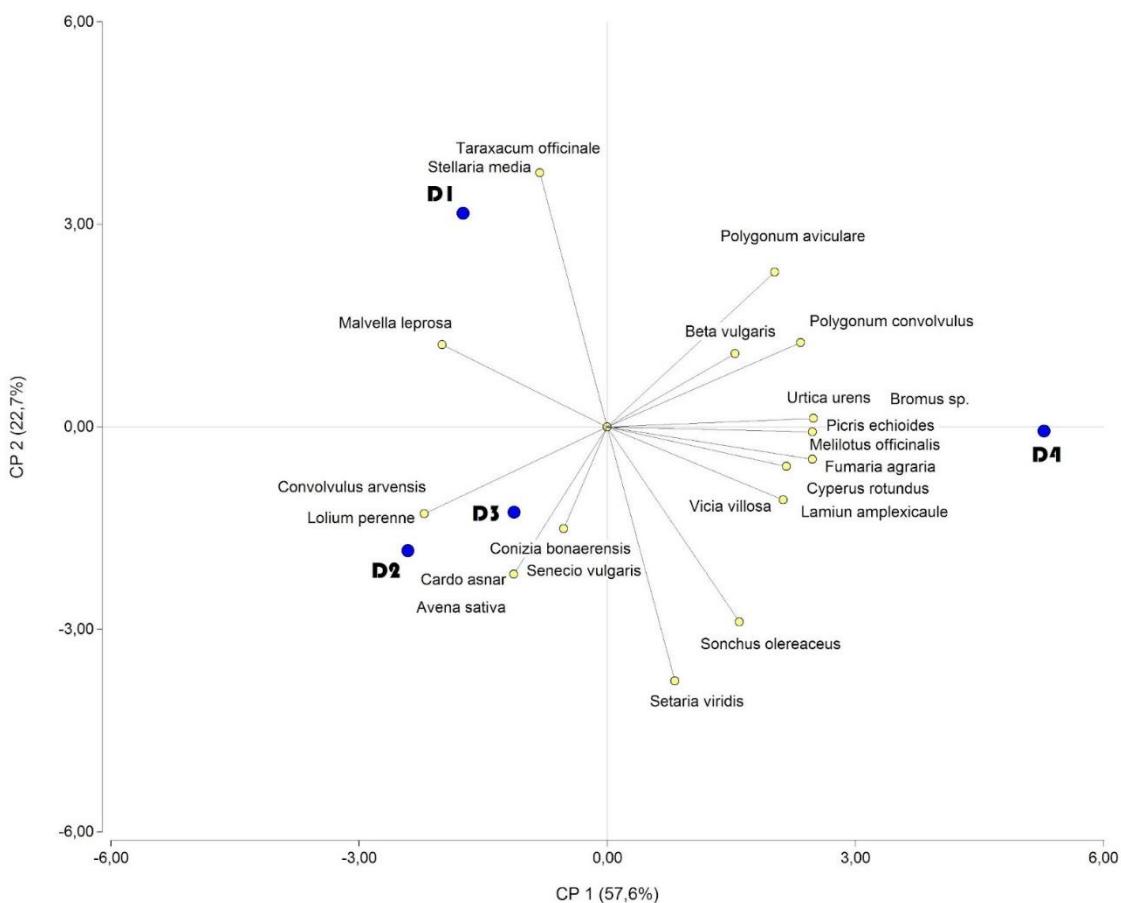


Figura 6. Componentes principales de la comunidad de malezas post control en primera hoja.

Los tratamientos de los herbicidas *oxifluorfen* y *cletodim* fueron: D1) Dosis recomendada, D2) 75% de la dosis recomendada, D3) 50% de la dosis recomendada y D4) Testigo.

En relación con la diversidad (Fig. 7), es relevante que los valores se mantengan similares entre el testigo y los tratamientos con herbicidas. Esto indica que la presión de los tratamientos no favoreció ni seleccionó de manera diferencial a ninguna especie en particular. Si los herbicidas hubieran eliminado por completo a alguna especie, la metodología perdería sustentabilidad, ya que generaría cambios indeseados en la estructura comunitaria.

El mantenimiento de la diversidad sugiere que todas las especies fueron controladas de manera comparable. Por el contrario, la dominancia marcada de una especie implicaría un riesgo para el manejo en la campaña siguiente, al aumentar el potencial de proliferación o de resistencia.

La ausencia de diferencias significativas en la diversidad luego de los tratamientos es, por lo tanto, un resultado positivo: evidencia que las poblaciones de todas las especies se redujeron de forma pareja y que no se observan indicios de resistencia a los principios activos evaluados, ya que ninguna especie logró sobrevivir o incrementarse de manera exclusiva.

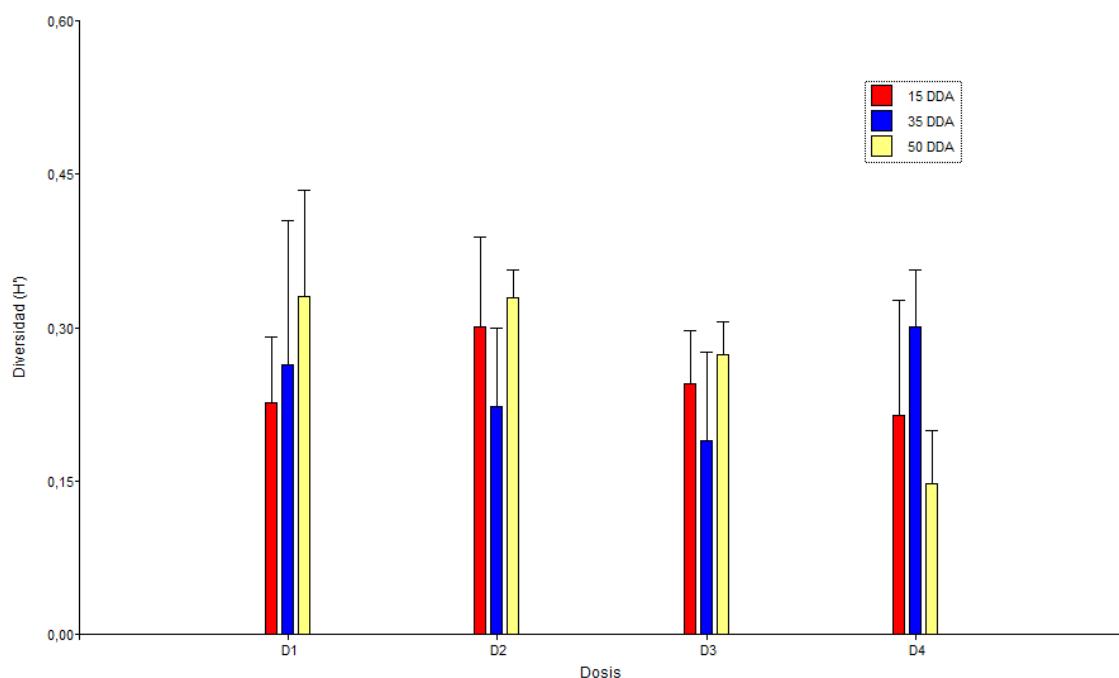


Figura 7. Diversidad de la comunidad de malezas post control en primera hoja.

Los tratamientos de los herbicidas *oxifluorfen* y *cletodim* fueron: D1) Dosis recomendada, D2) 75% de la dosis recomendada, D3) 50% de la dosis recomendada y D4) Testigo. Las barras corresponden al promedio de cuatro bloques y las líneas representan el EE. Las letras indican diferencias entre tratamientos ( $p<0,05$ ).

En cuanto a la abundancia, entendida como la cantidad de plantas de malezas por unidad de superficie, el testigo presentó un promedio de  $4024 \pm 125$  plantas/m<sup>2</sup>, diferenciándose claramente de todos los tratamientos con herbicidas. Esto indica que la reducción de la densidad de malezas alcanzada por los tratamientos fue similar entre sí, independientemente de la dosis aplicada (Fig. 8).

Con el paso del tiempo después de la aplicación, el testigo mantuvo valores elevados y relativamente constantes de abundancia. En contraste, en las parcelas tratadas comenzaron a emergir nuevas cohortes, evidenciando una tendencia al aumento poblacional. Sin embargo, este incremento no resultó significativo: la densidad registrada a los 50 días ( $1317 \pm 168$  plantas/m<sup>2</sup>) no difirió estadísticamente de la observada a los 15 días ( $854 \pm 68$  plantas/m<sup>2</sup>). En ambos casos, las abundancias se mantuvieron muy por debajo de las del testigo, que no mostró incrementos a lo largo de los 50 días evaluados.

La ausencia de un aumento marcado en el número de individuos dentro de los tratamientos es un resultado relevante, ya que proporciona una ventana temprana libre de competencia para el cultivo de cebolla. Esta ventana constituye un período crítico en el que la reducción eficaz de la competencia por parte de las malezas favorece el establecimiento y el desarrollo inicial del cultivo.

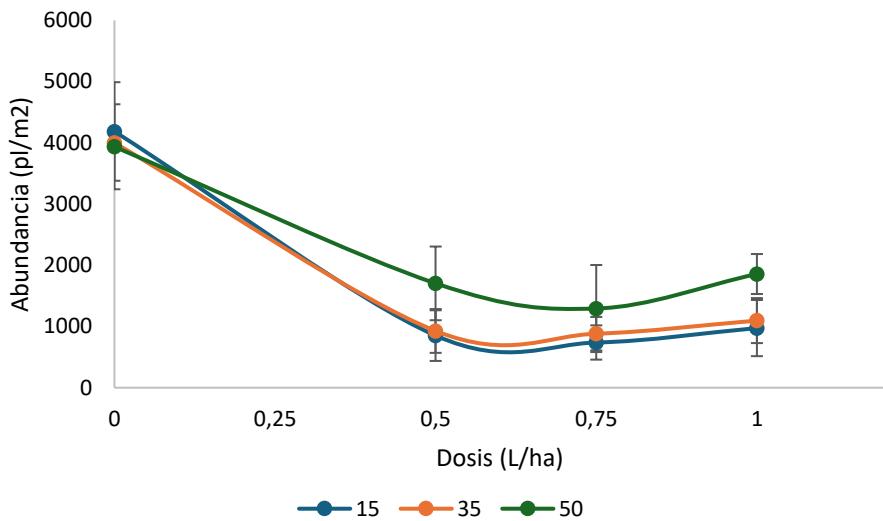


Figura 8. Abundancia de la comunidad de malezas post control en primera hoja.

Los tratamientos de los herbicidas *oxifluorfen* y *cletodim* fueron: D1) Dosis recomendada, D2) 75% de la dosis recomendada, D3) 50% de la dosis recomendada y D4) Testigo. Cada punto corresponde al promedio de cuatro bloques y las líneas representan el EE.

En relación con la biomasa total, dado que el ANOVA de dos vías no mostró interacción entre dosis y días desde la aplicación, las variables se evaluaron de manera independiente. La comunidad de malezas del tratamiento testigo (D4) presentó la mayor biomasa, con un promedio de  $178,5 \pm 13,5$  g MS/m<sup>2</sup>, diferenciándose de los tratamientos con herbicidas (D1, D2 y D3), los cuales no mostraron diferencias significativas entre sí. La aplicación de los herbicidas redujo de manera marcada la biomasa durante los primeros días posteriores al tratamiento, alcanzando valores promedio de  $35,3 \pm 7,1$  g MS/m<sup>2</sup>. Las tres dosis evaluadas lograron disminuir la biomasa inicial de la comunidad de malezas.

Sin embargo, a los 50 días después de la aplicación (DDA), la biomasa en D2 y D3 mostró una recuperación, alcanzando niveles similares a los del testigo. En cambio, en D1 la biomasa no se recuperó, manteniéndose significativamente por debajo del testigo y evidenciando una mayor persistencia del efecto del control (Fig. 9).

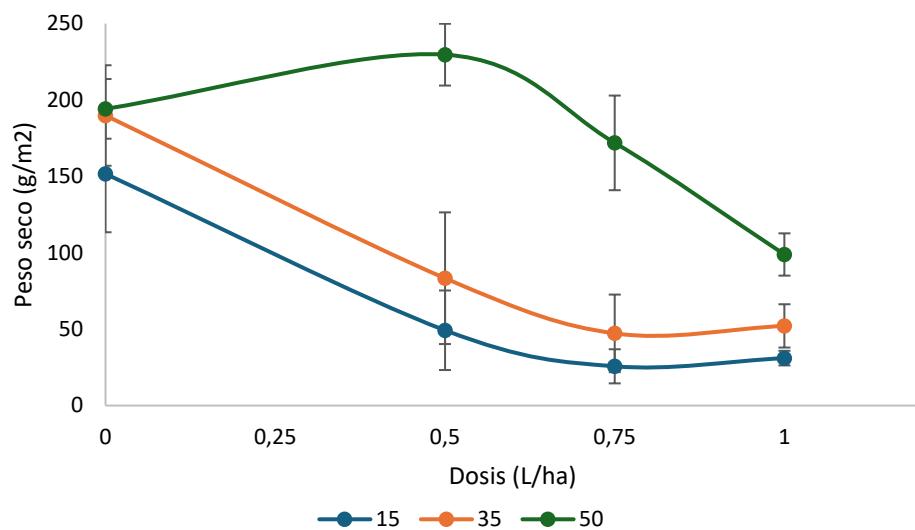


Figura 9. Peso seco de la comunidad de malezas post control en primera hoja.

Los tratamientos de los herbicidas *oxifluorfen* y *cletodim* fueron: D1) Dosis recomendada, D2) 75% de la dosis recomendada, D3) 50% de la dosis recomendada y D4) Testigo. Los puntos corresponden al promedio de cuatro bloques y las líneas representan el EE.

## Experimento 2

Debido al tratamiento previo de carpida manual se redujo la riqueza general del experimento antes de la aplicación, es por ello que 28 días después de la aplicación, solo se observaron las cinco especies nombradas en la Tabla 4 (Fig. 10). Entre estas se destaca la presencia de *Amaranthus hybridus* ssp. *Amaranthus quitensis* y *Chenopodium álbum* por su alta tasa de crecimiento y desarrollo de biomasa aérea que limitaría el acceso a la luz de las plantas de cebolla.

Tabla 4. Riqueza de especies luego del control mecánico y con herbicida en 3º hoja de la planta de cebolla.

Tipo de hoja	Ciclo de vida	Nombre vulgar	Nombre científico
Monocotiledónea	Anual	Pasto de agua	<i>Echinocloa cruz galli</i>
Dicotiledónea	Anual	Yuyo colorado	<i>Amaranthus hybridus</i> ssp. <i>A. Quitensis</i>
		Ortiga mansa	<i>Lamium amplexicaule</i>
		Quinua	<i>Chenopodium album</i>
	Perenne	Oreja de ratón	<i>Malvella leprosa</i>

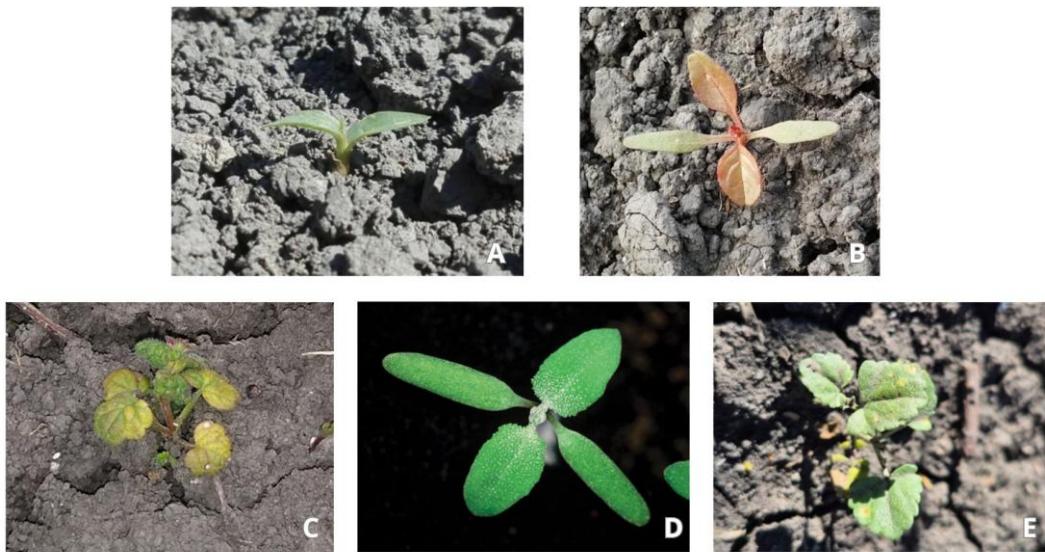


Figura 10. Malezas presentes en el ensayo 2.

A) *Echinocloa cruz galli*. B) *Amaranthus hybridus* ssp. *A. Quitensis*

C) *Lamium amplexicaule*. D) *Chenopodium álbum*. E) *Malvella leprosa*

La densidad de plantas y biomasa de malezas fue mayor en el testigo sin herbicida (Tabla 5), sin que se observaran diferencias entre dosis de *pendimetalin*. Para todos los tratamientos en los se aplicó *pendimetalin* la biomasa de malezas resultó inferior al testigo, sin que se observaran diferencias estadísticas entre las dosis de *pendimetalin* utilizadas (Tabla 5).

Al analizar la comunidad de malezas, 28 días después de la aplicación de *pendimetalin*, se observó que la abundancia y el peso seco de plantas con la dosis reducida tendió a ser inferior a la de la comunidad a la que se le aplicó la dosis recomendada (P 5). Sin embargo, la abundancia con P3 es un cuarto de la del testigo, y el peso seco es el 36% de la biomasa del testigo.

Tabla 5. Efecto del *pendimetalin* aplicado en 3<sup>er</sup> hoja sobre la comunidad de malezas

Tratamiento	Abundancia (pl/m <sup>2</sup> )	Peso seco (g/m <sup>2</sup> )
T	29,6 ± 7,8 a	0,533 ± 0,329 a
P 3	7,4 ± 3,7 b	0,192 ± 0,155 c
P 5	14,8 ± 6,4 ab	0,226 ± 0,119 bc
P 8	8,3 ± 5,3 b	0,181 ± 0,097 c

Las letras indican diferencias entre tratamientos según test LSD ( $p < 0,05$ )

La aplicación de *linurón* independientemente de la dosis redujo la abundancia y la biomasa aérea de la comunidad de malezas respecto al testigo, 45 días después de su aplicación. La dosis reducida (L 1,0) alcanza a reducir cinco veces la biomasa aérea de malezas en comparación con el testigo, y reduce la abundancia a la mitad (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto del *linurón* aplicado en 3<sup>er</sup> hoja sobre la comunidad de malezas

Tratamiento	Abundancia (pl/m <sup>2</sup> )	Peso seco (g/m <sup>2</sup> )
T	14,81 ± 9,8 a	1,201 ± 0,299 a
L 1,0	7,41 ± 3,4 b	0,220 ± 0,022 b
L 1,5	4,3 ± 2,4 bc	0,018 ± 0,012 c
L 2,0	3,7 ± 3,7 bc	0,042 ± 0,014 c

Las letras indican diferencias entre tratamientos según test LSD ( $p < 0,05$ )

## DISCUSION

Los resultados ponen en evidencia que la aplicación de herbicidas postemergentes en dosis reducidas y estadios tempranos de las malezas es una estrategia eficaz para disminuir la presión de enmalezamiento en el cultivo de cebolla bajo riego en el Valle Inferior del Río Negro (VIRN).

En este trabajo se exploró la respuesta ecológica de la flora espontánea a la aplicación de herbicidas POS y PRE durante las etapas iniciales del cultivo de cebolla en el VIRN. En un primer ensayo se evaluó la aplicación de herbicidas posemrgentes (POS) mediante la combinación de *oxifluorfen* y *cletodim* en dosis decrecientes (recomendada por fabricante, 75% de la dosis, 50% de la dosis y un testigo sin herbicida). A los 15, 35 y 50 días después de la aplicación (DDA) se evaluaron riqueza, diversidad, densidad y biomasa de malezas. En el segundo ensayo se aplicaron dos herbicidas preemergentes (PRE): *linurón* y *pendimetalin*, en tres dosis cada uno (*linurón* 1,0; 1,5 y 2,0 L/ha<sup>-1</sup>; *pendimetalin* 3,0; 5,0 y 8,0 L/ha<sup>-1</sup>), evaluándose asimismo la densidad y biomasa de malezas a 28 DDA. En el primer ensayo se observó una riqueza global de 20 especies en el lote experimental, estando representada mayormente por especies dicotiledóneas. No hubo efecto de los tratamientos herbicidas ni del tiempo desde la aplicación (DDA) sobre la riqueza de especies de malezas, con una media de 5 especies por tratamiento. Tampoco se vio afectada la diversidad ecológica de la flora espontánea por la aplicación de herbicidas en dosis reducidas. En las tres fechas de muestreo, la densidad y biomasa de malezas fue mayor en el testigo sin herbicida, sin que se observen diferencias entre las dosis de aplicación. En el experimento con herbicidas PRE se observó para *pendimetalin*, que la densidad y biomasa de malezas fue mayor en el testigo en comparación con las parcelas tratadas con herbicida, sin diferencias entre las dosis aplicadas. Para *linurón*, habiéndose observado el mismo efecto sobre la densidad de plantas de malezas, la biomasa del testigo sin herbicidas fue mayor que la observada en las parcelas con la menor dosis de herbicida y esta a su vez fue mayor que la correspondiente a las parcelas con las otras dos dosis mayores, que no se diferenciaron entre sí. Se concluye que es técnicamente factible controlar malezas en el cultivo de cebolla en el VIRN con dosis reducidas de herbicidas POS y complementariamente utilizar de manera satisfactoria a los

herbicidas PRE durante la etapa de cultivo establecido y con posterioridad a una labranza mecánica.

Este resultado es ecológicamente favorable de cara a la creciente conciencia respecto de los beneficios de la diversidad en los agroecosistemas en los programas de manejo integrado de malezas (Acciaresi y Fernández, 2014).

La aplicación de herbicidas en estadios tempranos, como el cotiledonar y de primeras hojas verdaderas, permite optimizar la eficiencia de control sin recurrir a las dosis máximas como las que son en general recomendadas por fabricantes o utilizadas por los productores cuando se realizan aplicaciones tardías, es decir, sin considerar la fenología de las malezas.

En este sentido, precisamente, los principios del Manejo Integrado de Malezas (MIM) promueven reducir la dependencia de herbicidas mediante la combinación de prácticas culturales y químicas, priorizando intervenciones que minimicen impacto ambiental, costos y evolución de resistencias (Rodale Institute, s. f.; Bayer, s. f.).

La novedad de este trabajo radica en la evaluación local de un enfoque con dosis reducidas considerando variables ecológicas —riqueza, diversidad, abundancia y biomasa— y su efecto sobre la estructura y posible evolución de la comunidad. Este abordaje se vincula con lo señalado por Poggio (2012), quien destaca la importancia de evaluar la diversidad de malezas en sistemas intensivos para anticipar procesos de selección no deseados.

La detección de especies de difícil control, como *Conyza bonariensis*, *Convolvulus arvensis* y *Cyperus rotundus*, refuerza la necesidad de monitoreo, rotación de principios activos y prácticas complementarias como la carpida mecánica. En particular, la presencia de *Convolvulus arvensis* coincide con lo reportado por Bezic *et al.* (2011, 2018) sobre su persistencia y capacidad de regeneración, convirtiéndola en una especie de alerta en sistemas hortícolas intensivos.

Desde el punto de vista productivo, el uso racional de herbicidas reduce costos, mejora la compatibilidad con estándares agroecológicos y fortalece el diseño de estrategias adaptadas a las condiciones locales, contribuyendo a la sostenibilidad del sistema hortícola del VIRN. Las dosis reducidas disminuyen el uso de insumos sin pérdida de eficacia, evitando favorecer especies dominantes y manteniendo una diversidad que ayuda a estabilizar el sistema. La anticipación

del momento de aplicación y su combinación con carpida permiten ajustar las prácticas según el contexto, validando manejos de menor impacto acordes a las demandas actuales de consumidores y regulaciones.

Estos resultados se complementan con ensayos realizados por el INTA Alto Valle y en otras regiones cebolleras de Argentina (Bahía Blanca, San Juan, Mendoza), donde se han evaluado esquemas de control químico —en su mayoría con dosis completas— que confirman la eficacia del manejo temprano, aunque sin explorar en profundidad el efecto sobre la comunidad de malezas. Este estudio, en cambio, integra la perspectiva ecológica y el seguimiento temporal, aportando evidencias que enriquecen el marco del manejo integrado.

Este trabajo sienta bases para futuras investigaciones sobre seguimiento multianual de comunidades, rotaciones de principios activos y uso de tecnologías de precisión para aplicaciones dirigidas a dosis variables, avanzando hacia sistemas hortícolas más resilientes y ambientalmente responsables.

Los resultados son novedosos y valiosos por varias razones:

- Aplicación local: uno de los pocos estudios en cebolla bajo riego en el VIRN, zona de relevancia productiva para Argentina.
- Enfoque comunitario: evalúa la respuesta de la comunidad completa, no de una sola especie, incorporando riqueza, diversidad, abundancia y biomasa.
- Evaluación temporal: analiza la dinámica a 15, 35 y 50 días, aportando evidencia sobre la persistencia del control y las ventanas críticas de competencia.

## CONCLUSIONES

Los resultados permitieron confirmar la hipótesis planteada: es posible reducir la presión de malezas en el cultivo de cebolla aplicando herbicidas a dosis menores cuando la intervención se realiza en el estado cotiledonar de las malezas.

Estos hallazgos ofrecen una base técnica sólida para avanzar en el desarrollo de estrategias de control químico más eficientes y sustentables, que contribuyan a disminuir costos, reducir impactos ambientales y mantener la eficacia del manejo en el tiempo, abriendo múltiples líneas de investigación que permitirían profundizar y fortalecer esta tecnología, por ejemplo:

- Evaluar estas estrategias en series multianuales, para determinar si la reducción de dosis se mantiene efectiva en el largo plazo y cómo responde la comunidad de malezas campaña tras campaña.
- Monitorear la aparición de resistencias, especialmente en especies problemáticas como *Conyza bonariensis*, *Cyperus rotundus* o *Convolvulus arvensis*, que ya han mostrado comportamientos de tolerancia en otras regiones del país.
- Explorar combinaciones con prácticas culturales y mecánicas, integrando estas aplicaciones tempranas con carpidas estratégicas, coberturas vegetales o modificaciones del riego.
- Incorporar tecnologías de precisión, como aplicaciones dirigidas o control a tasa variable, que permitirían optimizar aún más el uso de insumos.
- Ampliar el análisis a otros cultivos hortícolas regionales, evaluando la transferencia del manejo de dosis reducidas a distintos sistemas productivos.

Este enfoque presentado aporta una alternativa de manejo más sustentable y económicamente conveniente. La evidencia obtenida para el Valle Inferior del Río Negro es particularmente relevante, considerando la influencia del sistema de riego y la dinámica local de emergencia de malezas.

## BIBLIOGRAFÍA

- 
- Avilés, L. M., Juárez, M. D., & Bezic, C. R. (2018). Comunidad de malezas en el cultivo de cebolla post control preemergente. Asociación Argentina de Ciencia de las Malezas (ASACIM).
- Bayer Crop Science. (2021). El manejo integrado de malezas es fundamental para una agricultura sustentable. Recuperado de: [www.agro.bayer.com.ar](http://www.agro.bayer.com.ar)
- Bayer Crop Science. (s. f.). Manejo integrado de malezas. Bayer Crop Science – Latinoamérica. Recuperado el 25 de septiembre de 2025, de <https://aclatam.cropscience.bayer.com/manejo-integrado-de-malezas/>
- Bezac, C. R., Gajardo, O. A., Cañón, S. L., Avilés, L. M., Gil, M. I., & Dall Armellina, A. A. (2011). Manual para el reconocimiento temprano de malezas en sistemas hortícolas de la Norpatagonia: guía de campo (Tomo 1). Viedma: Universidad Nacional de Río Negro; Universidad Nacional del Comahue.
- Cañón, S. L., Avilés, L. M., Gajardo, O. A., Navarro, L., & Dall Armellina, A. A. (2015). Control químico de malezas e impacto sobre la diversidad de especies en el cultivo de cebolla con riego por surco o aspersión. En XXXVIII Congreso Argentino de Horticultura (pp. 123-130). Asociación Argentina de Horticultura.
- Dall'Armellina, A., Bezac, C., González Junyen, R., & Portela, J. (2014). Capítulo XXI. Manejo de malezas en cultivos intensivos. En O. A. Fernández, E. S. Leguizamón & H. A. Acciari (Eds.), Malezas e invasoras de la Argentina: Ecología y manejo (pp. 697-720). Bahía Blanca: Editorial de la Universidad Nacional del Sur (EdiUNS).
- Dall'Armellina, A. A. (1996). Malezas y cultivos intensivos en sistemas bajo riego del Valle Inferior del Río Negro. Publicaciones INTA.
- Dall'Armellina, A., Avilés, L., Cañón, S., Gajardo, O., y Bezac, C. (2018). *Convolvulus arvensis* L. En O. Fernández, E. Leguizamón & H. Acciari (Eds.), Malezas e invasoras de la Argentina: Ecología y manejo (pp. 215–220). Editorial EdiUNS.

- Di Rienzo, J. A., Guzmán, A. W., y Casanoves, F. (2017). InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- FAO. (2002). Manejo integrado de malezas. Recuperado de <https://www.fao.org>
- FAO. (2015). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. FAO, Roma.
- FAOSTAT. (2019). Crop production statistics. Recuperado de <https://www.fao.org/faostat>
- Fernández, O. A., Leguizamón, E. S., Acciaresi, H. A., & Fernández, O. N. (2014). Capítulo XXX. El manejo integrado de malezas (MIM). En O. A. Fernández, E. S. Leguizamón & H. A. Acciaresi (Eds.), Malezas e invasoras de la Argentina: Ecología y manejo (pp. 949-964). Bahía Blanca: Editorial de la Universidad Nacional del Sur (EdiUNS).  
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/81ec2b6c-deb7-4b5c-8d76-1f85ea0ef51f/content>
- INTA. (2021). Informe técnico sobre cebolla. Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior. Recuperado de repositorio.inta.gob.ar  
[https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/21899/INTA\\_CRPatagoniaNorte\\_EEAValleInferior\\_Kehler\\_JJ\\_Panorama\\_circuito\\_productivo\\_cebolla\\_100.pdf?sequence=1](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/21899/INTA_CRPatagoniaNorte_EEAValleInferior_Kehler_JJ_Panorama_circuito_productivo_cebolla_100.pdf?sequence=1)
- Juárez, M. (2021). Caracterización de la comunidad de malezas en el cultivo de cebolla en transición agroecológica bajo diferentes manejos de fertilización y desmalezado. Trabajo Final de Carrera para Ingeniería Agronómica. UNRN.
- Juárez, M. D., Gajardo, O. A., Avilés, L. M., & Bezcic, C. R. (2022). Composición de la comunidad de malezas en el cultivo de cebolla en transición agroecológica. Revista de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Recuperado de Revista UNPSJB.
- Kehler González, J. J. (2025). Panorama del circuito productivo de la cebolla en el Valle Inferior de Río Negro. Estimaciones iniciales temporada 2024/2025. INTA EEA Valle Inferior. Recuperado de INTA – Repositorio.
- Kehler, L. (2025). Informe sobre superficie hortícola en el Valle Inferior de Río Negro. Instituto de Desarrollo del Valle Inferior (IDEVI).

- Micheli, M. D. (2024). Determinación del momento óptimo de aplicación de herbicidas preemergentes y postemergentes para el control de malezas en presiembra de soja. Tesis de grado, Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina. (2021). Informe sobre el cultivo de cebolla en Argentina. Argentina.gob.ar. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cultivo-cebolla-argentina-ministerio-agricultura.pdf>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. (2021). Informe sobre la producción de cebolla en Argentina. Argentina.gob.ar.FAOSTAT. (2023). *Crops and livestock products: Onion, dry – Production and consumption statistics*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado de <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Navarro, L., Gajardo, A., & Avilés, L. (2018). Evaluación económica de la producción de cebolla en el Valle Inferior del Río Negro bajo tres sistemas de riego. VI Jornadas de Investigación y Extensión del CURZA, Universidad Nacional del Comahue. Recuperado de CURZA – Evaluación económica.
- Oerke, E.-C. (2006). Crop losses to pests. Journal of Agricultural Science, 144(1), 31–43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>
- Orioli, G., Papa, J., y Felizia, J. (2014). Tolerancia y resistencia a herbicidas. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar>
- Papa, J., Felizia, J., y Esteban, A. (2004). Tolerancia y resistencia a herbicidas. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado de: Argentina.gob.ar
- Poggio, S. L. (2012). Diversidad de malezas en sistemas agrícolas intensivos. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 9(2), 207–225.
- Rodale Institute. (s. f.). Manejo integrado de malezas. Rodale Institute. Recuperado el 25 de septiembre de 2025, de <https://rodaleinstitute.org/es/ciencia/manejo-integrado-de-malezas/>
- Seba, N., Doñate, M.T., Sidoti Hartmann, B., Baffoni, P., Muzi, E., Cecchini, V., Tellería Marloth, A. y Bezic, C. (2017). Producción hortícola

diversificada en el Valle Inferior del Río Negro. Modelos socio-productivos vigentes y su potencial para la intensificación ecológica. X Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. Extraído de: <https://inta.gob.ar/documentos/produccion-horticola-diversificada-en-el-valle-inferior-del-rio-negro-modelos-socio-productivos-vigentes-y-su-potencial-para-la-intensificacion-ecologica> (pp 26). Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre.

- Tuesca, D. I., Nisensohn, L., Sabbatini, M. R., & Chantre Balacca, G. R. (2010). Resistencia de malezas a herbicidas: evolución y estrategias de manejo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Recuperado de CONICET – Repositorio
- UNRN. (2023). Composición de malezas en cebolla. Revista REDIUNP. Recuperado de revistas.unp.edu.ar
- Yanniello, F. 2022. Río Negro: la agroecología avanza entre la fruticultura intensiva y los conflictos territoriales. En Realidad Económica IADE.
- Zimdahl, R. L. (1990). Weed Science: The Principles. Westview Press.
- Zimdahl, R. L. (2010). A history of weed science in the United States. Elsevier.
- Zimdahl, R. L. (2012). Agriculture's ethical horizon. Elsevier.
- Zimdahl, R. L. (2024). Fundamentals of weed science (6<sup>a</sup> ed.). Elsevier.
- Zimdahl, R. L., & Clark, S. K. (1982). Degradation of three acetanilide herbicides in soil. Weed Science, 30(5), 545–548.