

Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Área de Consolidación Gestión Ambiental y Producción Sostenible



**MANEJO SUSTENTABLE DE MALEZAS EN CULTIVOS DE
VID EN FIAMBALA, CATAMARCA**

:

MARTÍNEZ, Nidia Florencia

Tutor: Dr. (Ing. Agr.) BRACAMONTE, Enzo

2023



AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Enzo Bracamonte, por la colaboración en la elección del tema desarrollado, dirección, las correcciones realizadas, la dedicación y el interés mostrado en el trabajo.

A los docentes del área de Gestión Ambiental y Producción Sostenible por la formación y dedicación brindada en el transcurso del periodo académico.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias por la gran formación que me dio, tanto educativa como ética en el camino de formación profesional.

A mi primo Emanuel Reinoso que me brindó la información necesaria para el desarrollo de este trabajo.

A mi familia y amigos por el apoyo incondicional durante toda la carrera.

Y por último a mi abuelo Rene Oscar Martinez, que me dejó el legado y enseñanza de la perseverancia, la lucha y la convicción por perseguir lo que soñamos.

RESUMEN

La presión que ejercen las poblaciones de malezas en la región vitivinícola de Fiambalá torna ineficiente el control manual como herramienta única llevando a buscar nuevas estrategias que permitan la sustentabilidad productiva, económica y ambiental de los sistemas productivos de la región. El Objetivo General del trabajo fue evaluar y proponer estrategias de manejo integradas y sustentable de malezas en cultivos de vid en Fiambalá, Catamarca en el periodo agrícola 2002/23. Para la evaluación se determinaron las especies y características bioecológicas que determinan la presencia y dispersión de las malezas dominantes. Las características poblacionales se realizaron mediante un inventario de malezas utilizando indicadores de diversidad, dominancia e índice de Valor de Importancia (I.V.I). Para evaluar las estrategias alternativas de control se evaluaron los costos/beneficios económicos y riesgos toxicológicos y ambientales para el manejo de las especies dominantes. Los resultados mostraron a abrepuño (*Centaurea solstitialis* L.), llantén menor (*Plantago lanceolata* L.) y sorgo de alepo (*Sorghum halepense* L.) como las especies con mayor Índice de dominancia y de valor de importancia ecológica. La evaluación de las características toxicológicas, ecotoxicológicas, aspectos y características ambientales de los herbicidas seleccionados por su eficacia y selectividad al cultivo de vid mediante el uso de matriz de interacción mostró un riesgo promedio total medio a bajo. El análisis integral de las metodologías de control mecánico y químico, alternativos o combinados, mostraron a todas con menor costo y con diferencias significativas en relación al método tradicional de control manual exclusivo. Entre todos los métodos evaluados, la estrategia de control químico con herbicidas totales aplicados solos o con herbicidas residuales en la fila y combinado con control mecánico entre las filas es la que presentó mejor relación costo/beneficio, considerando aspectos de eficiencia de control, costo de aplicación, riesgos toxicológicos y ambientales. Los resultados obtenidos permiten establecer estrategias y recomendaciones para que autoridades técnicas, productivas y políticas permitan mejorar y fortalecer los sistemas productivos frágiles del sector vitivinícola de Fiambalá, considerando aspectos productivos, económicos y ambientales.

Palabras clave: *Vitis vinifera*, producción sustentable, manejo integrado de malezas.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
MATERIAL y MÉTODOS	6
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
ESTRATEGIAS Y RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE MALEZAS	19
CONCLUSIONES.....	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regiones vitivinícolas de Argentina, 2020.....	3
Figura 2. Localización de Fiambalá y área de estudio en la provincia de Catamarca. Fuente: Elaboración propia Google Earth Pro.....	6
Figura 3. Precipitaciones promedio mensual en Fiambalá, Catamarca.....	7
Figura 4. Marco de monitoreo para evaluar parámetros poblacionales de malezas en Fiambalá, 2022.	8
Figura 5. Sorgo de Alepo en campo productivo de vid en Fiambalá.....	11
Figura 6. Llantén menor en campo productivo en Fiambalá	12
Figura 7. Abrepuño en campo productivo de vid. Fiambalá, 2022.	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Temperaturas promedios mensuales de Fiambalá.....	7
Tabla 2. Índices de Dominancia y de Importancia de las malezas en cultivos de vid en Fiambala.2023	14
Tabla 3: Herbicidas para el control de sorgo de alepo, llantén y abrepuño en cultivos de vid en Fiambalá.	15
Tabla 4. Matriz de riesgos toxicológico y ambiental de herbicidas en la región vitivinícola de Fiambalá, 2023.	16
Tabla 5: Costos del manejo químico de malezas en vid en Fiambalá, Catamarca	16
Tabla 6. Costos de manejo mecánico de malezas en Fiambalá, 2023.	17
Tabla 7. Costo estrategias de control de malezas en cultivos de vid en Fiambalá. 2023.	17

INTRODUCCIÓN

La Argentina es uno de los principales productores agrícolas del mundo, destacándose en la producción de cultivos extensivos como así también en intensivos. Dentro de este sistema productivo, la vid (*Vitis vinífera* L.) constituye el principal cultivo frutal de Argentina, con un total de 181.578,6 ha de superficie implantada, 14.009 establecimientos agropecuarios (EAP) y 19.230 parcelas de producción (INDEC, 2023).

Este cultivo se destaca por ser una de las principales agroindustrias en las economías regionales del oeste argentino (Figura 1).



Figura 1. Regiones vitivinícolas de Argentina, 2020.

En esta región, la provincia de Catamarca constituye la quinta región productora de vino del país y segunda en la región después de la Rioja, con una superficie de 2.828 ha en total, con 2497,3 ha destinadas a elaboración de vino y 330,7 ha con destino a consumo fresco y pasa de uva. Dentro de las variedades tintas elaboradas en la región se destacan Cereza, Rosada, Syrah y Malbec (INV, 2021).

El sistema de conducción predominante es el parral (1784,5 ha) y con menor superficie en espaldera (989,8 ha).

En esta provincia, el 68% de los viñedos tienen menos de 1 ha y una superficie promedio de 2,1 ha, siendo este valor uno de los más bajos del país. Esta situación está relacionada a bajos rendimientos en calidad y cantidad de los viñedos, deficientes sistemas de comercialización, falta de organización de los propios productores, infraestructura física inadecuada y servicios institucionales que no satisfacen las necesidades del pequeño viticultor y disponibilidad y acceso a la tecnología.

En este contexto, las condiciones climáticas, prácticas agronómicas, sistemas de riegos por gravedad y la comercialización de forraje en la región han aumentado la presencia de malezas nativas y exóticas. Las malezas constituyen una seria amenaza para la producción agrícola mundial, que pueden llegar a reducir el rendimiento de los cultivos en más del 30 % (Oerke, 2006). Ormeño (2005) menciona que, durante toda la vida productiva de una plantación de vides, las malezas pueden generar daños en distintos momentos, ya sea en forma sucesiva en una temporada o alternada. Según Kogan (1993) en Chile no menos de un 10% de la producción en vides y cítricos están comprometidas por la acción de las malezas.

La presión poblacional que ejercen estas especies en los sistemas productivos de vid, ha aumentado en los últimos años, siendo actualmente, una de las problemáticas más importante que impactan negativamente a la hora de ejecutar labores culturales como seguimiento de cultivo, desmalezado y cosecha, afectando el potencial de rendimientos de las variedades de la región.

Estas especies pueden afectar severamente el establecimiento de una plantación de vid, donde las pérdidas de rendimiento pueden alcanzar hasta niveles de pérdida total de la plantación (Sotomayor S., Juan Pedro; Ruiz S., 2000). En la etapa reproductiva (floración y envero) en tanto, se espera una baja competencia para evitar un descenso de rendimiento en la pugna por agua, luz y nutriente (Sotomayor & Ruiz, 2000; Skinkis, 2019).

En este contexto, para el diseño de estrategias dirigidas al control de malezas es necesario realizar el reconocimiento de la composición de especies que infestan los cultivos. Por ello, es imprescindible realizar estudios bioecológicos de las malezas para establecer parámetros poblacionales que permitan determinar la capacidad competitiva entre especies, evaluar las pérdidas de rendimiento, cuantificar la estructura de la comunidad de malezas, analizar sus causas y establecer estrategias de manejo (Labrada, 1997). El uso de indicadores de diversidad y de dominancia constituyen herramientas muy útiles para evaluar la vegetación

espontánea y en muchos casos constituyen el único medio para analizar la dinámica poblacional de las especies vegetales (Mostacedo, 2000)

La presión que ejercen las poblaciones de malezas en la región torna ineficiente el control manual como herramienta única, debido a la gran variabilidad y características de adaptación que presentan estas especies, afectando seriamente la sustentabilidad productiva y económica de los sistemas productivos. Además, este método de control presenta dificultad de implementación debido a la disminución de la mano de obra rural, atraída por las buenas remuneraciones de la actividad minera, con los consecuentes aumentos de costos.

Por ello, urge incorporar una mayor variedad de métodos de control de malezas bajo el esquema de un manejo integrado anual de las mismas (Leon Gutiérrez, 2020). El mismo debe priorizar además de la sustentabilidad productiva, que el sistema sea económicamente viable considerando costos/beneficios de cada método y ser sustentables con el ambiente, considerando los riesgos toxicológicos y ecotoxicológicos asociados al uso de herramientas químicas y mecánicas.

Por lo anteriormente citado, los objetivos del presente trabajo de investigación fueron:

Objetivo General

Evaluar y proponer estrategias de manejo integradas y sustentable de malezas en cultivos de vid en Fiambalá, Catamarca.

Objetivos Específicos

1. Determinar las especies y características bioecológicas y causas agronómicas que determinan la presencia y dispersión de las malezas dominantes en cultivos de vid en Fiambalá.
2. Determinar y evaluar mediante un inventario de malezas los Índices de diversidad Dominancia e índice de Valor de Importancia (I.V.I) para caracterizar las principales malezas en cultivos de vid en Fiambalá.
3. Determinar y evaluar los costos/beneficios económicos y riesgos toxicológicos y ambientales de los métodos de control alternativos o complementarios para el manejo de las especies dominantes mediante indicadores.
4. Establecer estrategias y recomendaciones para mejorar y fortalecer el manejo sustentable de malezas de los sistemas productivos vitivinícola de Fiambalá.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en la región vitivinícola de Fiambalá (-27.6779632, -67.6156515), departamento Tinogasta, Catamarca, en el periodo productivo 2022/23. (Figura 2).



Figura 2. Localización de Fiambalá y área de estudio en la provincia de Catamarca. Fuente:Elaboración propia Google Earth Pro.

Para valorar las características bioecológicas y dinámica poblacional de las malezas y los riesgos toxicológicos y ambientales de los herbicidas seleccionados se determinó las condiciones edafoclimáticas de la región.

La localidad de Fiambalá se encuentra situada a 1500 msnm sobre la base del valle del Abaucán. La región se caracteriza por presentar suelos Entisoles, homogéneos, de textura Franco, media y fina, pobres en materia orgánica, calcáreos, poco salinos, profundos, fuertemente alcalinos (ph en suspensión de suelo-agua 1:2.5 9,2) y humedad de saturación 32,5%.

El relieve es muy montañoso y su clima depende, en consecuencia, de la altitud. Presenta un clima árido y seco, donde las precipitaciones anuales no superan los 200 mm, con la mayor concentración es el periodo estival de noviembre a marzo (Figura 3).

La temporada de lluvia comprende el periodo de octubre a abril, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia superiores a 13 milímetros. El mes con más lluvia es enero, con un promedio de 58 milímetros. El mes con menos lluvia en la región es agosto, con un promedio de 2 milímetros de lluvia.

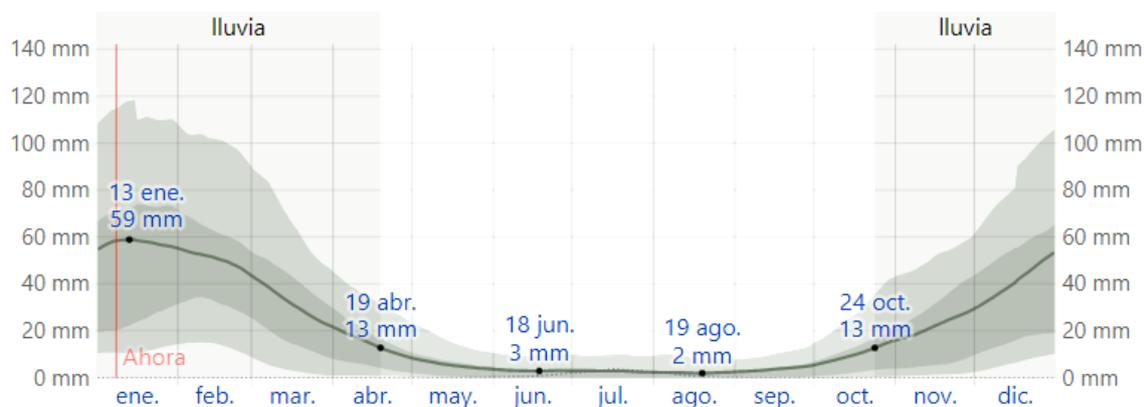


Figura 3. Precipitaciones promedio mensual en Fiambalá, Catamarca. Fuente:Weather Spark

La región presenta una importante heliofanía y gran amplitud térmica. La temperatura máxima promedio diaria es de 29 °C. El mes más cálido del año es diciembre, con una temperatura máxima promedio de 31 °C y mínima de 17 °C. Las temperaturas promedio rondan entre 7 - 18 °C, las más bajas y entre 31-35 °C, las más altas (INV, 2018).

El mes más frío del año es julio, con una temperatura mínima promedio de 8 °C y máxima de 22 °C (Tabla 1).

Tabla 1: Temperaturas promedios mensuales de Fiambalá.

Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.
Máxima	30 °C	30 °C	29 °C	27 °C	24 °C	22 °C	22 °C	24 °C	26 °C	29 °C	30 °C	31 °C
Temp.	23 °C	22 °C	21 °C	19 °C	15 °C	14 °C	13 °C	15 °C	16 °C	20 °C	22 °C	23 °C
Mínima	17 °C	17 °C	15 °C	12 °C	10 °C	8 °C	8 °C	8 °C	10 °C	12 °C	14 °C	17 °C

El área de estudio seleccionado, comprendió sistemas productivos de 1 a 2,5 ha, y con una superficie promedio de 1.7 ha (INV, 2019). La información base se obtuvo mediante encuestas a grupos de cinco productores vitivinícolas seleccionados por variedad cultivada. Se colectó información actual e histórica de productores y técnicos regionales y de publicaciones técnicas y científicas especializadas.

Las variedades objeto de estudio y seleccionadas por la gran adopción en la región fueron Malbec, Cereza, Rosada y Negra criolla, con sistemas de conducción principal en parrales, con distancia entre líneas de 1,80 m y 2 m entre plantas, y con una altura de 1,80 m y en menor proporción en espaldera, con distancia entre líneas 2,40 m y 1 m entre plantas.

El sistema de riego es predominantemente en manto, con baja eficiencia en el uso del agua (EUA). Los caudales suministrados en otoño son de 3240 m³/h, invierno 2340 m³/h y en verano 1620 m³/h, suministrados en turnos de 4h, totalizando 5 a 6 por año.

Para determinar las especies de malezas presentes se realizó un inventario de malezas en tres lotes por variedad, mediante relevamientos realizados en el periodo de crecimiento y reproductivo del cultivo en 2022. En cada lote se utilizó el método del cuadrado de inventario que consistió en seguir una transecta lineal en forma de “W” en la cual se realizaron 10 estaciones de muestreo (Figura 4).

En cada estación de muestreo se realizaron 3 tiradas al azar con aros de muestreos de 0,25 m² donde se estimó A) especies presentes B) cobertura estimada expresada en porcentaje de las malezas presentes C) Densidad, expresada en N° individuos/m² (Figura 4). Las especies presentes en cada estación de muestreo se identificaron mediante la utilización de guías de reconocimiento a campo y fotografías.



Figura 4. Marco de monitoreo para evaluar parámetros poblacionales de malezas en Fiambalá, 2022.

Con los datos obtenidos se siguió la metodología propuesta por Campos y Duval (2014) donde se calculó el Índice de Dominancia mediante el Método de Simpson (1949) para cada una de las especies en función de su densidad y cobertura.

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

En la expresión matemática “Dsi” representa la diversidad o dominancia, S: número total de especies y Pi representa una relación relativa, entre “ni” (número de individuos de la especie) y Ni (total de individuos muestreados). Este índice alcanza valores entre 0 y 1, siendo entonces la sumatoria de pi igual a 1 y *a medida que aumenta el valor numérico aumenta el grado de dominancia de la especie* sobre las demás, mostrando ecosistemas más

homogéneos. El índice de dominancia de Simpson muestra resultados entre 0 a 1 en el cual los valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie.

Finalmente se procedió a elaborar un *Índice de Valor de Importancia (I.V.I)* el cual revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. Este indicador define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam y Curtis, 1956) en base a la sumatoria de tres parámetros principales: frecuencia relativa, densidad relativa y cobertura relativa.

Para establecer estrategias de manejo sustentables, asociadas o complementarias al manejo manual utilizados en la región, se siguió la metodología de evaluación económica de análisis de costo de los métodos de control propuesta por Christello Cívico (2013) y por Observatorio ACOVI (2017).

Para determinar y evaluar los riesgos de los herbicidas seleccionados para el manejo de las especies dominantes se utilizaron indicadores toxicológicos y ambientales, se siguió el modelo propuesto por Fernandez *et al.* (2003) y Schaaf *et al.* (2015) donde proponen el uso de los siguientes indicadores:

- **Toxicidad en humanos.** Para su evaluación se consideraron los siguientes parámetros: **Capacidad Irritativa Ocular (TH1), Capacidad Irritativa Dérmica (TH2), Carcerigenicidad (TH3), Genotoxicidad (TH4), Disrupción endócrina (TH5) y Neurotoxicidad (TH6).** Considerando $(TH) = TH1 + TH2 + TH3 + TH4 + TH5 + TH6$.
- **Ecotoxicidad.** Para su evaluación se consideraron los siguientes parámetros: **Categoría toxicológica (ET1), Toxicidad en aves (ET2), Toxicidad en abejas (ET3) y Toxicidad en peces (ET4).** Considerando $(ET) = ET1 + ET2 + ET3 + ET4$.
- **Aspecto ambiental de los plaguicidas.** Para su evaluación se consideraron los siguientes parámetros: Resistencia (AA1), Persistencia (AA2), Frecuencia de aplicaciones (AA3). Considerando $(AA) = AA1 + (AA2 \times AA3)$.

Para evaluar la residualidad y persistencia química de los herbicidas utilizados se consideraron los parámetros: Solubilidad (mg/l), Coeficiente de Carbono orgánico (Koc), que es una medida de la tendencia de un compuesto orgánico a ser adsorbido (retenido) por los suelos o sedimentos y Vida media (DT50), que considera el tiempo en días para que la mitad del herbicida después de una aplicación se degrade (IUPAC, 2017)

- **Comportamiento ambiental de los plaguicidas.** Para su evaluación se consideraron los siguientes parámetros: **Constante de la Ley de Henry (CA1), Solubilidad en agua (CA2), Riesgo de Lixiviación GUS (CA3).** Considerando $(CA)=CA1+CA2+CA3$.

Los resultados obtenidos para los indicadores seleccionados se valoraron y clasificaron en rangos de riesgo toxicológico y ambiental dispuestos en un gradiente de 3 colores, verdes (riesgo adecuado), amarillo (riesgo moderado), anaranjado (riesgo inadecuado bajo) y rojo (riesgo inadecuado), donde

- Riesgo adecuado (verde): valor 2
- Riesgo moderado (amarillo): 2-4 Y 4-6
- Riesgo inadecuado (anaranjado):6-8
- Riesgo inadecuado (rojo):8-10

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación y características bioecológicas que determinan la presencia de las malezas

Los resultados obtenidos mediante el inventario de malezas mostro que las especies con mayor frecuencia y abundancia (densidad y cobertura) observada en la región son el sorgo de alepo (Figura 9), llantén menor (Figura 10) y abrepuño (Figura 11).

Las principales características bioecológicas de las especies observadas y que las tornan dominantes en la región son:

Sorgo de Alepo (Sorghum halepense L.).

Es una gramínea perenne de ciclo estival con un vigoroso sistema de rizomas de crecimiento horizontal o ligeramente oblicuo. Sus hojas son lineales y planas. Las cañas son erectas con médula seca; formando extensas matas. Su inflorescencia se presenta en panojas piramidales y el fruto es un cariopse. Presenta un ciclo anual de desarrollo que se inicia para la parte aérea en primavera, fructificando en verano y multiplicándose a través de rizomas o semillas. Tanto las hojas como los rizomas, pero principalmente estos últimos, almacenan carbohidratos solubles (glucosa, fructosa y sacarosa).



Figura 5. Sorgo de Alepo en campo productivo de vid en Fiambalá.

Vegeta en primavera, florece y fructifica en verano y comienzo de otoño. Su ciclo coincide con los barbechos previos a cultivos primavero-estivales. De acuerdo a su hábito de crecimiento es una planta herbácea, erguida de hasta 2 m de altura, subglabra, con rizomas de crecimiento horizontal, de longitud variable. Presenta corona (parte del tallo ubicada

inmediatamente por debajo de la superficie del suelo), de la cual se originan los nuevos brotes y rizomas. Esta maleza se propaga a través de semillas y asexualmente por rizomas que mantienen latencia invernal hasta que la temperatura alcance $>15^{\circ}\text{C}$, una planta libre de competencia puede llegar a producir hasta 50 m de rizomas por temporada. Posee dominancia apical relevante para la aplicación de control químico con herbicidas.

Llantén menor(*Plantago lanceolata* L.).

Es una planta herbácea perenne de la familia Plantaginaceae, que crece desde mediados o fines de verano, comienza a florecer al promediar la primavera y fructifica hasta mediados de otoño. No presenta tallos ramificados y sus tallos florales alcanzan de 30 a 50 cm de altura, tiene un rizoma corto central del que brotan muchas raicillas de color amarillo. Las hojas lanceoladas u ovoides, largas, algo dentadas y radicales están dispuestas en una roseta basal en la base del tallo, tienen de tres a siete nerviaciones longitudinales que se estrechan y continúan en el peciolo. La inflorescencia terminal es una espiga densa con flores muy pequeñas de color blanca o púrpura. La espiga es corta durante la floración y luego se va alargando. El fruto es un pixidio con de cuatro a dieciséis semillas.



Figura 6. Llantén menor en campo productivo en Fiambalá

Los llantenes aparecen tanto en suelos compactos como en los arenosos, e incluso en los más estériles, siendo además una maleza indicadora de suelos alcalinos. En caso de que existan matas importantes se deberá actuar sobre ellas utilizando control mecánico y mediante herbicidas selectivos, con los que se obtenga un resultado óptimo con una sola aplicación. Es una maleza susceptible a 2,4-D, MCPA y 2,4-DB, pero estos principios activos se tornan fitotóxicos para el cultivo de vid.

Abrepuño (*Centaurea solstitialis* L.).

Maleza anual, perteneciente a la familia Asteráceas (=Compositae), verde-grisácea, con tallos erectos y rígidos de 30 a 70 cm de altura. inflorescencia un capitulo amarillo, con brácteas rígidas y espinosas. Las flores producen dos tipos de aquenios, las de la periferia producen semillas oscuras sin papus y las del centro semillas más claras y con papus.

Es una especie de ciclo de vida corto, anual, producen gran número de semillas y desarrollan banco persistente de semillas. Posee la capacidad de aprovechar situaciones de disturbios y aventajar a especies nativas en esos sitios, por lo que su ocurrencia en ambientes naturales con suelos secos arenosos, y antrópicos facilita el establecimiento de esta especie. Este tipo de hierba se destaca por su crecimiento en roseta.



Figura 7. Abrepuño en campo productivo de vid. Fiambalá, 2022.

Estas fueron incorporadas por diferentes actividades que se llevaron a cabo en la región, ya que no son autóctonas de la zona, algunas de ellas llegaron por medio de la comercialización de pasturas para alimentación de animales de la zona, las recurrentes obras mecánicas han permitido la dispersión de ellas, siendo aún más favorecidas por el riego que se lleva a cabo.

Caracterización de las principales malezas mediante indicadores poblacionales

La aplicación de la fórmula de Simpson mostro que, aunque en términos absolutos abrepuño es la especie más dominante, el valor final de 0,38 no muestra especies claramente dominantes (Tabla 2).

El índice de valor de importancia de cada especie (Tabla 2) evidencio diferencias significativas entre ellas, mostrando a abrepuño con los valores más elevados por lo cual

evidencia una mayor importancia dentro de la comunidad florística muestreada, seguida por llantén y sorgo de alepo.

Tabla 2. Índices de Dominancia y de Importancia de las malezas en cultivos de vid en Fiambala.2023

Especie	Número	Dominancia Índice Simpson	Frec. Relativa (%)	Densidad Relativa (%)	Cobertura Relativa (%)	IVI
S. de alepo	36	0.037	0.5	14.4	0.27	15
Llantén	56	0.090	0.6	22.4	0.30	23
Abrepuño	94	0.260	0.7	37.6	0.42	39
Total	186	0.38	1.8	74.4	1	

La diversidad puede calcularse como $D = 1 - \text{Dominancia}$, debido a que el valor de dominancia es inverso a la equidad. El valor que se obtuvo de la aplicación de esta fórmula fue **0,62**, lo cual demuestra que es una formación vegetal moderadamente diversa

Evaluación económica, toxicológica y ambiental de los métodos de control mediante el uso de indicadores

Los resultados obtenidos de los grupos focales mostraron que el manejo tradicional en la región de evaluación es el manejo manual de control de malezas. El costo de control por desmalezado correspondió con el pago a un trabajador rural 4-5 h/día en un periodo anual de 251 días/año es 637 USD/ha/año.

Para el uso del control químico como herramienta alternativa al control manual o complementaria con otros métodos en la región, se seleccionaron los principios activos registrados en Argentina para el control de las malezas y selectivos para el cultivo de vid (Tabla 3).

Tabla 3: Herbicidas para el control de sorgo de alepo, llantén y abrepuño en cultivos de vid en Fiambalá.

Principio activo	Categoría Toxicológica	Control	Momento de aplicación	Dosis (l/ha)	Carencia (días)
Linuron		Sorgo de Alepo (semilla)	Pre-emergencia	2	
		Llantén menor	Pre-emergencia	2	60
		Llantén menor	Post-emergencia	2	
Indaziflam*		Sorgo de alepo	Pre-emergencia	0.150-0.200	
		Sorgo de alepo	Post-emergencia	0.150-0.200	
Glifosato		Sorgo de Alepo, llantén, abrepuño	Post-emergencia	2,5	
Paraquat Dicloruro		Sorgo de alepo	Post-emergencia	1,5 l/ha	
		Abrepuño	Post-emergencia	1,5 l/ha	
Setoxidim		Sorgo alepo	Post-emergencia	1,5-3,5	60
Bromoxinil		Abrepuño	Post-emergencia		

*Aplicar indaziflam en plantación establecida no menor a 3 años

La evaluación de las características toxicológicas, ecotoxicológicas y ambientales de los herbicidas seleccionados (Tabla 4) mostraron al paraquat con un riesgo promedio inadecuado bajo, mostrando mayor riesgo ecotoxicológico, como irritante ocular y dérmica, ser altamente persistente (inmovilizado) y tener alto riesgo de volatilidad. *Los demás principios activos evidenciaron riesgos promedios medios bajos.* Aunque es importante destacar los indicadores toxicológicos inadecuados de Indaziflam como irritante ocular y sobre todo el efecto teratogénico. El herbicida bromoxinil mostro inadecuación en el riesgo de disrupción endocrina y ser altamente soluble, lo que lo torna riesgoso para lixiviación y transporte

superficial. También el setoxidim mostro indicadores de riesgo inadecuado como irritante ocular y alta solubilidad.

Tabla 4. Matriz de riesgos toxicológico y ambiental de herbicidas en la región vitivinícola de Fiambalá, 2023.

INGREDIENTE ACTIVO	ET			TH						AA			CA			X	
	(ET1)	(ET2)	(ET3)	(TH1)	(TH2)	(TH3)	(TH4)	(TH5)	(TH6)	(AA1)	(AA2)	(AA3)	(CA1)	(CA2)	(CA3)		
Glifosato	2	6	2	6	4	4	2	2	2	2	6	2	4	6	6	2	3.9
Paraquat	6	8	8	8	8	8	6	6	2	2	2	10	2	8	6	2	6
Linuron	4	4	4	4	6	6	6	2	6	2	6	4	2	2	4	4	4.25
Indazi flam	2	2	2	4	8	2	2	2	2	8	6	6	2	2	2	4	3.6
Bromoxinil	4	4	2	4	2	4	6	2	8	2	6	2	2	2	8	2	3.75
Setoxidim	2	2	4	2	8	4	2	2	2	2	6	2	2	2	8	2	3.25

Para el control químico se seleccionó tres herbicidas con el objetivo de combinar y rotar herbicidas de acción de postemergencia y residualidad. Los mismos tienen diferentes sitios de acción para disminuir la presión y asegurar inhibición de desarrollo de resistencia a los mismos (Tabla 5). Se consideró tratamientos totales y sobre la fila de plantación, siendo este último con tratamientos mecánico entre filas, el sistema más utilizado en la mayoría de los sistemas productivos del país.

Tabla 5: Costos del manejo químico de malezas en vid en Fiambalá, Catamarca.

Insumo	Precio (USD/l)	Dosis (l/ha)	Aplicación/año	Costo (USD/ha/año)	
				Total	Fila*
	Aplicaciones totales			Total	Fila*
Linuron	3,16	2	1	6,32	2.4
Paraquat	5,88	1,5	4	35,28	13.6
Glifosato	8,47	2	4	67,76	26
Serv. Pulv.	13,29		4	53,16	20.5

* Se consideró tratamiento en fila con banda de 70 cm (35+35), totalizando 3850 m²/ha.

Se planteó realizar una rotación todos los años de los productos, considerando tratamientos de glifosato solo, glifosato + linuron y paraquat + linuron para de esta forma prevenir la

resistencia de las malezas, existiendo la posibilidad de disminuir la cantidad de insumo. Este se torna esencialmente importante debido a la existencia de biotipos de sorgo de alepo resistente a glifosato y al grupo químico de graminicidas fop, y que incluye también al herbicida setoxidim.

El otro método de control predominante en la región junto con el control manual es el mecánico. Esta estrategia se realiza como única herramienta de control y se realiza con 4 cortes o labranzas por año. La misma considera el gasto de 5l/ha de gasoil para la labranza con arado de discos (Tabla 6).

Tabla 6. Costos de manejo mecánico de malezas en Fiambalá, 2023.

Insumo	Precio (USD/labranza)	Precio (USD/ha/año)
Gasoil	3,12	12,48
Mano de obra	32,65	130,6
Total /ha/año		143,08

Si bien esta estrategia mostro un costo de control más bajo que el manual, este tipo de manejo debe forma parte de un MIM, formando parte de otros manejos.

Si se lo ejecuta de forma exclusiva produce efectos negativos sobre el suelo, impactando sobre la conservación del suelo, perdida de agua y el riesgo de romper raíces superficiales del cultivo. Además, las labores culturales con araduras son factores importantes que afectan la dispersión y distribución de las plantas y comunidades vegetales de malezas en los cultivos de la vid. (Méndez, 2014).

Es de destacar que esta región se torna difícil la disponibilidad de acceso a la tecnología y a la mano de obra, entre ellos, un tractorista que lleve a cabo la labor.

Un análisis integral de las metodologías de control alternativas o complementarias a los métodos de control utilizados es presentado en Tabla 7.

Tabla 7. Costo estrategias de control de malezas en cultivos de vid en Fiambalá. 2023.

Costo Tratamiento* (U\$S/ha)									
Tratam.	Manual	Mecánico	Me+FMa	QT g	QT p	QFg+M e	QF g+1+Me	QFp+M e	QFp+1+Me
Costo	637	143	143+245	68	35	26+143	26+2.4+143	14+143	14+2.4+143
Total	637	143	388	68	35	169	171	157	159

* Me: mecánico, Ma: manual, Q: químico, T: total, F: fila, g: glifosato, p: paraquat, l: linuron

Es posible observar que todos los tratamientos evaluados mostraron diferencias significativas en costo de control en relación al método de control manual exclusivo.

El método con glifosato y paraquat se evidencian eficientes en el control, con menor costo/ha, pero con riesgo alto de desarrollar biotipos resistentes en pocos años y el uso de solo paraquat será ineficiente para el control de especies perennes con órganos de reservas subterráneas como rizomas, tubérculos o bulbos. El control solo mecánico es más económico que el manual total, posee las ventajas de ser no contaminante, afloja el suelo, sin riesgos de afectar a cultivos vecinos, permitir el trozado, pérdida de dominancia de los rizomas y exponer a los mismos a las heladas de invierno. Su uso exclusivo posee las desventajas de no poder controlar las malezas en la fila de plantación, no tiene efecto residual, no se puede usar con suelo húmedo, puede provocar compactación, erosión, ambientalmente significa un costo energético y aumenta la huella de carbono del sistema.

La estrategia de control mecánico con control manual en fila se presenta con el más alto costo/ha después del control manual exclusivo. Posee la mayor ventaja en ser el tratamiento con menor riesgo toxicológico y ambiental, pero se torna difícil su implementación debido a la dificultad de disponer de la maquinaria y mano de obra en el momento crítico de competencia de las malezas. Finalmente, el método con control en fila con glifosato y entre filas con maquinaria es el que presenta el mejor equilibrio considerando eficiencia de control, y riesgos toxicológicos y ambientales.

Esta última estrategia con métodos complementarios químico y mecánico, se torna en el más utilizado en los sistemas productivos de vid en el país. La adición del herbicida linuron, flumioxazin o Indaziflam no acrecienta significativamente el costo total y brinda la posibilidad de control residual de malezas anuales en la fila de plantación y toxicológicamente seguros. La precaución importante a tener en consideración de esta estrategia es la rotación obligada del herbicida glifosato, con paraquat, el graminicida setoxidim u control manual en la fila para no desarrollar biotipos resistentes a estos herbicidas.

ESTRATEGIAS Y RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE MALEZAS

Actualmente el manejo sustentable de malezas en la región no ha sido considerado como una herramienta prioritaria en relación a otras estrategias que priorizan la reducción de las poblaciones invasoras sin considerar los riesgos económicos, toxicológicos y ambientales asociados.

El manejo integrado de malezas involucra el uso y rotación de herbicidas y modos de acción, acompañado por la diversidad de medidas no químicas como rotación de cultivos, fecha de siembra adecuada y densidad de siembra recomendada para la región. El manejo integrado de malezas es parte, junto con el manejo integrado de plagas y enfermedades, de un enfoque holístico en la agricultura sustentable.

Esta metodología está basada en el conocimiento de las características biológicas y ecológicas de cada una de las malezas que representen una amenaza al sistema y en base a este conocimiento, el agricultor debe primeramente construir una estrategia general de manejo de las malezas y luego elegir el mejor método más adecuado.

La implementación de estrategias integradas de control de malezas insertas en una estrategia global de manejo del cultivo permite, además, poder establecer políticas para incentivar un crecimiento en la escala de productiva, incrementar el número de hectáreas de producción, mayor inversión en tecnología y equipamiento en el sector primario de la cadena vitícola y una mayor demanda de mano de obra especializada.

A nivel agroempresarial, la implementación de las buenas prácticas en manejo de malezas constituye una herramienta que agrega valor al producto final, aumentando la responsabilidad social y ambiental de las empresas.

Este es un concepto que se impone en forma sostenida y creciente, otorgándole una marcada ventaja competitiva al producto frente a requerimientos de mercados nacionales e internacionales cada vez más exigentes en requerimientos toxicológicos y ambientales.

Por último, en el contexto de variabilidad climática, disponibilidad hídrica, de precios y de políticas económicas en los últimos años en la región, se torna necesario divulgar y fortalecer

las buenas prácticas de manejo del cultivo, priorizando líneas de investigación y transferencia sobre uso eficiente del agua, ecofisiología del cultivo e interacción de cultivo-malezas, implementar técnicas de conservación y sistematización de suelos y agua y fomentar la adopción y el uso eficiente de las tecnologías disponibles

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos es posible concluir que:

1. La región vitivinícola de Fiambalá posee una comunidad de malezas diversa, con baja dominancia, con predominio de *Centaurea solstitialis* L, *Plantago lanceolata* y *Sorghum halepense* y con mayor Índice de valor de importancia o ecológico a *Centaurea solstitialis* L.
2. El control exclusivo manual o mecánico, el manejo agronómico del cultivo de la vid y las características biológicas de *Centaurea solstitialis* L, *Plantago lanceolata* y *Sorghum halepense* favorecen la presencia y expansión de estas malezas como dominantes.
3. Como manejo químico alternativo, los herbicidas selectivos para el cultivo de vid poseen riesgos medianos a bajo considerando indicadores toxicológicos, ecotoxicológicos, aspectos y comportamiento ambiental.
4. Los manejos químicos con herbicidas y mecánicos, solos y con manual combinados o complementarios, dispuestos en un manejo integrado poseen mayor eficiencia y menores costos en relación a los tradicionales manual o mecánico.
5. El manejo químico con herbicidas combinados e integrado con el mecánico o manual en sitios puntuales es la estrategia que posee la mejor relación de control, considerando aspectos económicos, toxicológicos, ecotoxicológicos y ambientales.
6. El control de malezas dispuesto en un manejo integrado permite disminuir costos, aumentar rendimientos y favorecer el crecimiento productivo en un marco de desarrollo sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

- Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía*. <https://revistas.ucm.es/index.php/AGUC/article/download/47071/44140/77364>
- Cottam, G., & Curtis, J. T. (1956). The Use of Distance Measurements in Phytosociological Sampling. *Ecology*, 37, 451-460. <https://doi.org/10.2307/1930167>
- Guglielmini, A.; D. Batlla y R. Benech Arnold. (2003). *Bases para el control y manejo de malezas. Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo*. Facultad de Agronomía, 581-614. UBA (ed.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Estación Experimental
- Gutiérrez, L. L. (2020). Manejo integrado de malezas en vides del secano interior. *Boletín INIA*, 433. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67463/Capitulo%205.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- INDEC. (2023). Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-3-8>
- INV. (2018). Informe anual de mercado interno de vinos. Obtenido de Instituto Nacional de Vitivinicultura. <https://www.argentina.gob.ar/instituto-nacional-vitivinicultura>
- INV. Instituto Nacional de Vitivinicultura (2019). Informe anual de superficie. <https://www.argentina.gob.ar/instituto-nacional-vitivinicultura>
- INV. Instituto Nacional de Vitivinicultura. (2021). Informe anual de superficie. <https://www.argentina.gob.ar/instituto-nacional-vitivinicultura>
- IUPAC. International Union of Pure and Applied Chemistry. (2017). www.iupac.org. Consultada el 17/11/2017.

Kogan M. (1993). Manejo de malezas en plantaciones frutales. Colección en agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Ciencias Vegetales. 277p.

Labrada R. & Parker C. (1994). *Weed Control in the context of Integrated Pest Management. Weed Labrada R. y Parker C Management for Developing Countries*. Edited R. Labrada, J. C. Caseley y C. Parker, Plant Production and Protection Paper No. 120, FAO, Rome, pp. 3-8

Mendez E. (2014). Cambios estacionales de las comunidades vegetales de malezas en viñedos de Mendoza, Argentina. Boletín de Estudios Geográficos N° 103. 10Pp. ISSN 0374-618.

Mostacedo B., Fredericks T.S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. <http://www.bionica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>.

Oerke E. (2006). Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* 144: 31-43.

Ormeño J. (2005). Malezas de huertos frutales y vides: biología y control. Colección Libros INIA No 17. Salviat Impresores. Santiago, Chile. 113 p.

Skinkis P. (2019). Grapes. Overview of vineyard floor management. Universidad Estatal de Oregón. [https://grapes.extension.org/overview of vineyard floor management Weed_Management](https://grapes.extension.org/overview-of-vineyard-floor-management-Weed_Management)

Sotomayor S., J. P., & Ruiz S., C. (eds). (2000). *Establecimiento y manejo de vides en el Secano Interior Centro Sur de Chile*. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7263>

Fernandez N., Viciano V., Drovani A. (2003). "Valoración del impacto ambiental total por agroquímicos en la cuenca del Rio Mendoza." http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010
Consultado: 01/02/2023

Schaaf A. (2015). "Valoración de impacto ambiental por pesticidas agrícolas". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.7 Núm.6 14 de agosto - 27 de septiembre, 2016 p. 1237-1247