

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**DESCRIPCIÓN Y CONTROL DE *EPILOBIUM CILIATUM*; MALEZA
TOLERANTE A GLIFOSATO.**

POR

RUBÉN ESTEBAN PEÑA MERINO

**MEMORIA PRESENTADA A LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN - CHILE
2022**

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DESCRIPCIÓN Y CONTROL DE *EPILOBIUM CILIATUM*; MALEZA
TOLERANTE A GLIFOSATO.**

POR

RUBÉN ESTEBAN PEÑA MERINO

**MEMORIA PRESENTADA A LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN - CHILE
2022**

Aprobado por:

Profesor Asociado, J. Alberto Pedreros L.
Ing. Agrónomo, M. Sc. Ph. D.

Guía

Profesor Asistente, María Urbina P.
Lic. en Biología, Mg. Cs

Asesor

Profesor Asociado, Inés Figueroa C.
Ing. Agrónomo, Dr. Cs.

Asesor

Profesor Asociado, Guillermo Wells M.
Ing. Agrónomo, Mg. Cs.

Decano

TABLA DE CONTENIDOS

| | Página |
|-----------------------------|---------------|
| Resumen..... | 1 |
| Summary..... | 1 |
| Introducción..... | 2 |
| Desarrollo y Discusión..... | 3 |
| Conclusiones..... | 14 |
| Referencias..... | 15 |

INDICE DE FIGURAS

| | Página |
|--|---------------|
| Figura 1 Semillas de <i>Epilobium ciliatum</i> | 4 |

DESCRIPCIÓN Y CONTROL DE *EPILOBIUM CILIATUM*, MALEZA TOLERANTE A GLIFOSATO.

DESCRIPTION AND CONTROL OF *EPILOBIUM CILIATUM*; GLYPHOSATE TOLERANT WEED.

Palabras índice adicionales: Métodos de control, herbicidas, propagación, frutales.

RESUMEN

Epilobium ciliatum, es una maleza originaria de América del Norte, desde donde se ha difundido en diversas partes del mundo, tales como Nueva Zelanda, Europa y Asia. En Chile se considera una maleza invasiva ya que en los últimos tiempos se ha presentado en cultivos de importancia económica como los frutales. A pesar de que se han tomado medidas de control frente a esta maleza, tiene la particularidad de ser tolerante a glifosato, el cual es uno de los herbicidas más utilizados en Chile para control de malezas en huertos frutales y viñedos. Debido a esto, *Epilobium ciliatum* ha aumentado de manera explosiva en la fruticultura nacional, en especial en arándanos (*Vaccinium corymbosum*) lo que se suma a su facilidad de dispersión a través de viveros y a las pocas exigencias frente a la venta de plantas por parte de las autoridades. Frente a esta situación es que se desea recopilar información acerca de esta especie, para poder identificar otros posibles métodos de control que puedan ser utilizados.

SUMMARY

Epilobium ciliatum, is a weed native to North America, from where it has spread to various parts of the world, such as New Zealand, Europe and Asia. In Chile it is considered an invasive weed since in recent times it has appeared in economically important crops such as fruit trees. Although control measures have been taken against this weed, it has the particularity of being tolerant to glyphosate, which is one of the most widely used herbicides in Chile to control weeds in fruit orchards and vineyards. Due to this, *Epilobium ciliatum* has exploded in the national fruit growing,

especially in blueberries (*Vaccinium corymbosum*) which adds to its ease of dispersion through nurseries and the few demands against the sale of plants by The authorities. Faced with this situation, it is desired to collect information about this species, in order to identify other possible control methods that can be used.

INTRODUCCIÓN

La familia Onagraceae presenta una distribución cosmopolita y se encuentra ampliamente diversificada en todo el mundo; dentro de esta, está el género *Epilobium*, cuyo centro de origen se sitúa al oeste de Norteamérica, desde donde se habría extendido y diversificado por las zonas templadas de ambos hemisferios (Mansanet-Salvador *et al.*, 2014). *Epilobium*, es el género más grande dentro de la familia Onagraceae, comprende aproximadamente 185 especies distribuidas en zonas templadas de todo el mundo y en todos los continentes, excepto la Antártica. En regiones tropicales esta especie está restringida en hábitats templados de montaña y muchas especies de este género presentan gran variabilidad entre ellas, mientras otras son similares (Solomon, 1982; Wagner *et al.*, 2007). La mayor variabilidad intraespecífica en América del Norte, lleva a creer que la colonización de América del Sur ocurrió relativamente reciente (Salomon, 1982). En Chile se puede encontrar desde la región de Atacama hasta la región de Magallanes (Hernández, 2019; Cruz y Schulze, 2001), mientras que, en la región de Ñuble, se encuentra desde los 0 m.s.n.m. hasta los 2.000 m.s.n.m. (Rodríguez, *et al.*, 2008).

Entre las especies descritas para el género *Epilobium*, está *Epilobium ciliatum*, y dentro de la especie se pueden distinguir tres subespecies por su morfología y distribución: *E. ciliatum*. subsp. *ciliatum*, *E. ciliatum*. subsp. *glandulosum* (Lehm.) Hoch et Raven y *E. ciliatum*. subsp. *watsonii* (Barbey) Hoch et Raven (Krajsek y Jogan, 2004; Mansanet-Salvador *et al.*, 2014)

Epilobium ciliatum, es conocida en inglés como american willowherb, northern willowherb o slender willowherb, mientras que en Chile es nombrada como Epilobio. Es una planta perenne, dicotiledónea con crecimiento en rosetas basales con hojas que por lo general se marchitan en invierno, con reproducción asexual a través de sus propágulos vegetativos, que funcionan como propágulo vegetativo. Esta

especie es considerada maleza y se ha documentado su presencia en variados cultivos anuales y viveros, pero su presencia económicamente significativa se da principalmente en cultivos agrícolas permanentes como huertos frutales (Winkler y Zelená, 2003).

En Chile esta especie suele encontrarse en lugares húmedos, sitios eriazos, invernaderos, orillas de canales, orillas de caminos, cultivos de arroz y plantaciones frutales (Ormeño, 2006; Espinoza, 2017). En estos últimos, de maleza común y poco conocida (Matthei, 1995) ha pasado a formar parte del grupo de malezas que más daño económico causan. Pedreros (2013a, 2013b 2013c), menciona la presencia o asociación de esta especie en frutales menores, tales como frutillas, frambuesas y arándanos, en donde ha ido aumentando su importancia debido al uso de materiales desde de viveros contaminados y al uso repetitivo de herbicidas que no la controlan.

El intenso control químico al que normalmente son sometidas las malezas en huertos frutales y viñedos ha disminuido notoriamente la población de especies que ocasionan daño. Dicho control se ha realizado intensamente con diferentes herbicidas tal como lo es el glifosato, cuyo uso ha sido ampliamente utilizado en Chile en huertos frutales durante los últimos 25 años. Sin embargo, el uso indiscriminado de este herbicida, ha provocado una incapacidad para llevar a cabo el control esperado, debido a las aplicaciones repetidas año tras año y en dosis subletales, generando así la aparición de poblaciones de malezas tolerantes entre ellas *E. ciliatum*, la cual ha comenzado a predominar y ocupar el espacio dejado por las especies controladas (Kogan, 2002).

La falta de antecedentes sobre el control de *E. ciliatum* y ante el continuo aumento de esta maleza en cultivos de importancia económica llevó a realizar esta monografía con el objetivo de revisar la información de su biología y comportamiento, así como posibles alternativas de manejo en especial para la fruticultura.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Capítulo 1. Clasificación taxonómica y descripción botánica de *Epilobium ciliatum*.

1.1. Clasificación taxonómica.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Myrtales

Familia: Onagraceae

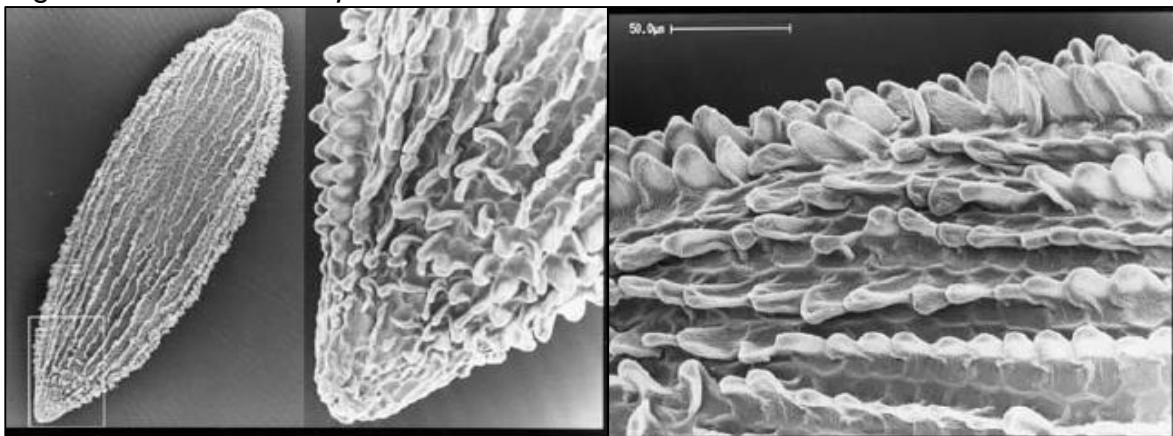
Género: *Epilobium*

Especie: *Epilobium ciliatum* (Wagner y Hoch, 2005).

1.2. Descripción botánica de *Epilobium ciliatum*.

Epilobium ciliatum es una planta perenne que presenta tallos ramificados, estriados, angulosos, pubescentes, con sus partes inferiores glabros (no pilosos) y en la parte superior con pelos glandulares, a menudo rojizos, con una altura entre 20 y 60 cm. Sus hojas son lanceoladas a angostamente ovadas, acuminadas con margen aserrado, tienen de 10 a 30 mm. de largo, con venas conspicuas (sobresalientes) y pecíolo de entre 0 y 8 mm. Las flores son erectas, pueden ser de color rosado o blanco, el hipanto tiene un tamaño entre 0.5 y 2.6 mm, sépalos 2-7.5 mm, pétalos de 2 a 14 mm. Su fruto corresponde a una cápsula erecta, con una longitud de 30 – 60 mm de largo, las semillas pueden tener una longitud entre 0.9 – 1.4 mm de largo, son angostamente obovoídeas, están cubiertas por corridas de pequeñas papilas. Tienen pelos de 5 – 8 mm de largo. Su ploidía corresponde a $2n = 36$ (Espinoza, 2017; Saxén, 2011; Anónimo, 1993).

Figura 1. Semillas de *Epilobium ciliatum*.



Fuente: Saxén, 2011

Capítulo 2. Origen y distribución de *Epilobium ciliatum*.

E. ciliatum es una especie nativa del oeste de América del Norte y de acuerdo a su distribución actual, los antecesores de esta planta evolucionaron y se extendieron desde allí a todo el hemisferio norte encontrándose desde Alaska hasta Guatemala, convirtiéndose así con el tiempo en una maleza problemática en las regiones más frías a lo largo de la costa este (Atland y Cramer, 2006; Rzedowski y Rzedowski, 2005). Así mismo, comenzó a difundirse por el mundo, y a pesar de estar naturalizada en muchos lugares, se considera invasiva (Wagner *et al.*, 2007) en lugares tan diversos como Australia, Europa, Nueva Zelanda y Hawai.

En Nueva Zelanda, un país con una fruticultura muy desarrollada, Dastgheib y Framptom (2000) encuestaron productores de manzana, los cuales posicionaron a *E. ciliatum* como una de las especies de maleza más importante por su complejo control. En Europa se encuentra muy comúnmente en el norte de Francia y en Bélgica en donde crece rápidamente en suelos pobres y marginales (Havaux, 1990), también se ha registrado su rápida propagación en los países Bálticos, Croacia, Eslovenia and Bulgaria (Kalníková y Palpurina, 2015).

En la península Ibérica es aún considerada una especie de maleza adventicia, pero debido a los antecedentes de otros países se destaca su potencial invasivo dentro de los próximos años. En España se sugiere como posible vía de introducción desde el centro de Europa, con el trasiego de maquinarias y materiales relacionados con obras de infraestructura llevadas a cabo en el Distrito Capital madrileño (Fernández, 2012).

Por otro lado, Kiew and Tan (2006) mencionan su presencia en Corea, Japón y el noroeste de China y en Malasia, en donde ha tomado importancia en el último tiempo, pasando a ser una maleza con gran capacidad de propagarse y adaptarse a diversos ecosistemas en el sudeste asiático, limitado a tierras altas. Jocu *et al.*, (2018) la mencionan como presente en desagües de zonas agrícolas en Argentina, pero como maleza secundaria en cultivos.

En Chile, Ormeño (2006) ha realizado observaciones, encontrándose desde Curicó al sur afectando huertos de pomáceas y carozos, especialmente en los regados abundantemente, independiente del sistema de riego usado. En la zona centro sur, se ha descrito como una maleza difícil de eliminar en cultivos de Nogal

y Peonías (Espinoza *et al.*, 2012; Ormeño, 2020), más al sur Quintanilla (2008), cita su presencia en praderas erosionadas por incendios forestales en la región de Aysén.

Capítulo 3. Hábitat, ecología, biología y germinación de *Epilobium ciliatum*.

Comprender la biología, fisiología y ecología de las malezas es esencial para maximizar la efectividad de su control y las interacciones entre malezas y cultivos. La biología de malezas también puede determinar las etapas del ciclo de vida en las que la maleza es particularmente vulnerable a prácticas de control, incluido el control químico (Przepiorkowski, 2000).

En relación a su hábitat se considera abundante en ambientes ruderales, creciendo junto a especies nitrófilas, prefiere ambientes alterados, húmedos y bien iluminados, a pesar de esto también se ha reportado que esta especie se encuentra muy bien adaptada genéticamente para vivir en condiciones de baja luminosidad. Se desarrolla en suelos con pH que van desde neutros a (4,7 – 8,2) y con una salinidad máxima de 15.1 mmhos cm⁻¹, que constituye una salinidad moderada (Havaux, 1990; Myerscough y Whiteheaven, 1967). Difícilmente prolifera en suelos secos o con déficit hídrico prolongado. En ambientes poco intervenidos por la actividad humana se encuentra con mayor abundancia a orillas de cuerpos de agua, llanuras aluviales de ríos y arroyos, incluso pantanos (Matulevičiūtė y Sprainaitytė, 2010), no obstante, tiene una gran plasticidad ecológica a pesar de ser una especie endógama (Myerscough y Whiteheaven, 1967; Fernández, 2012). Así, en California se determinó su presencia en elevaciones desde 0 m.s.n.m hasta sobre 3.000 m.s.n.m, en un rango de precipitaciones desde los 300 mm hasta los 3230 mm anuales, en estación seca de hasta 10 meses. Epilobio necesita acumulación de horas frío para la germinación en primavera (Romme *et al.*, 1995), y los rangos de temperatura registrados en los cual la planta puede sobrevivir son desde -10 °C hasta 36 °C, en tanto Przepiorkowski (2000) determinó que la temperatura más baja para conseguir el 50% del peso seco de la roseta fue inferior a -15 °C, aunque con un proceso de aclimatación la temperatura puede ser incluso más fría. Durante la inducción de la tolerancia a bajas temperaturas extremas (aclimatación), muchos genes diferentes son encendidos o apagados y hay una acumulación de proteínas específicas durante ese proceso (Przepiorkowski 2000). Se han

identificado genes relevantes que tienen una alta correlación con la tolerancia a temperaturas de congelación, pero estos procesos son de naturaleza altamente compleja (Jan *et al.*, 2009).

En cuanto a la floración de *E. ciliatum* ocurre sólo bajo fotoperiodos mayores de 13,5 horas, ocurriendo esta durante los meses de diciembre a enero en el hemisferio sur. Durante los meses de primavera, se ha encontrado polen en especies del género *Bombus*, los cuales favorecen la dispersión del polen (Whittington *et al.*, 2004). Además, se sabe que cuando la flor de esta especie se abre, las anteras ya han producido polen y el estigma se cubre inevitablemente, por lo que la autopolinización parece ser casi obligatoria (Myerscough y Whitehead, 1966). En cuanto a la germinación, en condiciones de laboratorio, puede llegar al 90%, siendo más exitoso cuando la semilla no está enterrada y el suelo y la atmósfera se mantienen húmedos y sobre 10° y menos de 30°C. Una sola planta puede producir hasta 60.000 semillas por temporada (Altland, 2007). Las semillas poseen un tamaño pequeño, y sumado a su bajo peso, se generan cualidades adecuadas para favorecer la transmisión de grandes cantidades de semillas a través del viento por largas distancias (Matulevičiūtė y Sprainaitytė, 2010), sin embargo, su pequeño tamaño dificulta su establecimiento en suelos en donde no existe suministro nutricional inmediato (Myerscough y Whitehead, 1967). Se reporta que epilobio puede germinar en suelos secos y anegados y es particularmente más adecuada para establecerse en suelos secos en comparación con otras especies del mismo género. Según Grime *et al.*, (1981) las semillas germinan fácilmente a pleno sol (100%) u oscuridad (84%), lo que las hace muy bien adaptadas a la germinación en recipientes con poca o completa cobertura de los cultivos. Las semillas pueden germinar en un rango de temperaturas de 4 a 36 °C, aunque la germinación se reduce a medida que las temperaturas se acercan a 30 °C. Esto permite que la germinación ocurra en toda la temporada de crecimiento de primavera y verano en climas del hemisferio norte y prácticamente todo el año en áreas protegidas en cultivos en contenedores. También explica por qué su propagación se ha limitado principalmente en veranos más frescos, climas típicos de la costa oeste y el noreste de EE. UU. Las semillas de Epilobio que maduran durante el verano no tienen

latencia (Atland y Cramer, 2006), por otro lado, germinación de semillas de vainas recién maduras puede ocurrir incluso antes de los cuatro días. Las plantas pueden florecer en 5 a 6 semanas y luego producen semillas maduras 4 semanas después. Esta especie solo requiere de 9 a 10 semanas para que las semillas puedan germinar, madurar y producir otra generación de semillas, esto permite múltiples generaciones durante una sola temporada de crecimiento. En la mayoría de las regiones productoras de viveros crece en forma adventicia en los maceteros destinados a otras especies (Mansanet, 2014), por lo tanto, también una especie muy común de encontrar en el banco de semillas del suelo (Hutschinson, 2007).

Capítulo 4. Propagación vegetativa.

Epilobium ciliatum, con su amplia gama de distribución y tolerancias de hábitat, muestra una diversidad considerable en sus estructuras de reproducción vegetativa. En zonas cálidas genera rosetas, las cuales se forman en la base de la planta madre en el otoño (Keating *et al.*, 1982; Przepiorkowski, 2000) y consisten en un eje epigeo corto con desarrollo internodal detenido y hojas extendidas no suculentas. Permanecen inactivas entre las temporadas de crecimiento después de su desarrollo inicial. Las rosetas recién formadas permanecen unidas a la planta madre durante un período corto, hasta que desarrollen su propio sistema de raíces adventicias independientes además de poseer follaje fotosintéticamente activo lo que les permite sobrevivir por su cuenta, por otro lado, de los nudos en contacto con el suelo, emergen raicillas, lo cual permite una rápida invasión (Myerscough y Whitehead, 1965; Ormeño, 2006). Entre las condiciones ambientales que afectan el desarrollo de las rosetas, la más importante es la duración del día, ya que la roseta se forma bajo fotoperiodos cortos con una duración del día entre 13 y 13,5 horas (Przepiorkowski, 2000), mientras que los días largos promueven el crecimiento de tallos florales. La intensidad de la luz y la temperatura también juegan un papel muy importante (Myerscough y Whitehead, 1967). Przepiorkowski (2000), determinó que la percepción del fotoperiodo para la formación de rosetas era en las hojas, lo cual evidenció mediante experimentos de injerto de una sustancia transmisible por injerto que se produce por las hojas en días cortos, que induce el desarrollo de yemas axilares en rosetas. La multiplicación de rosetas se da en las axilas de las rosetas

recién formadas; además, las yemas adventicias que se pueden formar en el hipocótilo de la planta madre se pueden convertir en nuevas rosetas.

E. ciliatum también rara vez y solo en hábitats fríos y de gran elevación, forma yemas subterráneas, de las cuales se forman turiones de 5 a 6 cm por debajo del nivel del suelo y por debajo de una zona de raíces adventicias. Un turión o yema es una estructura proveniente de un rizoma, y que es capaz de convertirse en planta completa. Tiene forma estrobiloide, (forma cónica) una base y ápice discretos, falta de elongación intermodal y de clorofila. Dependiendo del clima, los turiones permanecen latentes durante todo el invierno y brotan en nuevas plantas en la primavera, similar a rosetas. Esto último puede suceder en Chile debido al frío invernal, en especial la zona sur; lo que puede influir en que se identifique como formadora de estolones como menciona Ormeño (2020).

Capítulo 5. Importancia como maleza y control

Esta especie tiene muchos de los atributos de una maleza exitosa. Cuenta con una considerable plasticidad fenotípica que le permite crecer en una variedad de condiciones ambientales, reproducción vegetativa y sexual eficiente y semillas con la capacidad de sobrevivir en un estado latente. El período mínimo desde la germinación hasta la floración es, en *E. ciliatum*, de 5 semanas (Grime 1981). Las rosetas de invierno de la especie son más grandes, lo que probablemente le permite crecer con menos dificultad durante el invierno, aunque hace que la planta sea más susceptible a condiciones climáticas adversas.

En viveros de Estados Unidos, esta especie crece con una fuerte dominancia apical lo que provoca un rápido crecimiento hasta los 1,5 m de altura; esto significa que crece más que todas las otras malezas comunes de contenedores y muchos cultivos comunes producidos en contenedor. Además, el rápido crecimiento permite que esta maleza supere en altura a muchos arbustos y plantas perennes herbáceas de contenedores, lo que le permite competir más fácilmente por la luz (Atland y Cramer, 2006).

Las especies frutales son especialmente sensibles en el vivero a la competencia de las malezas (Kogan *et al.*, 1973). Chile no ha sido la excepción, ya que además de su presencia en plantaciones frutales, también ha sido muy relevante en viveros,

en especial de especies que están aumentando la superficie plantada en el país, tal como arándanos, en donde estos han sido propagados desde viveros de la zona central que no utilizan sustratos libres de malezas, por lo cual hoy es fácil encontrar *Epilobio* desde el primer año de plantación de este cultivo en lugares donde no existía la maleza (Pedreros, 2013a)

Es importante mencionar también que esta especie afecta la biodiversidad de ecosistemas. Hill *et al.*, (2018), destaca su rápida propagación en zonas pantanosas en Canadá, antes ocupadas por turberas de *Sphagnum*. El daño no solo ocurre por competencia de recursos con especies locales, sino que también puede ocurrir por hibridación interespecífica en un ecosistema con especies nativas del género *Epilobium*, que puede amenazar las poblaciones de este último a través de depresión exógena y/o a través de altas tasas de flujos de genes que inundan las poblaciones nativas (Bleeker *et al.*, 2007), no obstante es común que las especies del género *Epilobium* formen híbridos, aunque la mayoría de las veces son estériles (Krahulec, 1999).

5.1. Prevención.

Maillet (1999) encontró que la rapidez de expansión de especies de malezas en plantaciones frutales depende de su estatus antes del control, si la parcela posee desde el origen una población de especies riesgosas, la invasión tendrá lugar en dos o tres años, si al contrario la especie está ausente, el azar de la diseminación puede retardar el fenómeno. Las especies diseminadas por el viento o las especies transportadas por el hombre, como *Epilobium*, son generalmente las primeras en contribuir a las nuevas infestaciones. Los canales de regadío son también una importante fuente de diseminación de esta especie, en donde crece en abundancia (Walter *et al.*, 2005).

Las condiciones de invernadero y vivero, como el riego moderado, elevada humedad ambiental y altas temperaturas, permiten la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas hasta llegar al estado adulto, con la formación de frutos maduros y semillas viables. Una alternativa para reducir este tipo de riesgos puede ser el uso de componentes para sustratos de origen local, tales como compost procedente de restos orgánicos derivados del consumo humano o de restos

vegetales de la industria maderera, de podas agrícolas o de la paja derivada del cultivo de cereales (Mansanet-Salvador *et al.*, 2014). A pesar de todo lo descrito, los viveros en Chile en general han contribuido a la reproducción de especies perennes, tal como *Epilobio*, encontrándose muy comúnmente en plantaciones de frutales (Pedreros, 2021).

5.2. Control químico.

Este es el método de control más utilizado en la agricultura, y se realiza mediante la utilización de herbicidas, los cuales inhiben total o parcialmente el crecimiento de las especies consideradas malezas. En el caso de *Epilobium ciliatum* algunos de los herbicidas que han sido utilizados para su control son: simazina, oxifluorfen, diclobenilo y diflufenican aplicados al suelo con efecto residual y contacto en preemergencia temprana de la maleza en cultivos como manzano, cerezo y vid (SAG, 2021; Díaz y Prado, 2016); sin embargo, su control desde semillas es parcial con estos herbicidas que son muy usados en fruticultura y no tienen ningún efecto en los propágulos vegetativos. Por otro lado, se recomienda el uso de flazasulfuron e indaziflam, siendo este último un compuesto químico perteneciente al grupo de las fluoroalquiltriazinas. Este es un herbicida preemergente que se recomienda en cultivos como el manzano, ciruelo, nogales, uva de mesa, arándanos, entre otros, así como también para control de malezas en sitios eriazos y bordes de caminos (SAG, 2021). Este herbicida se aplica al suelo y actúa sobre semillas en germinación, y se ha visto que controla semillas de *Epilobio*, disminuyendo el banco de semillas del suelo. El efecto de este herbicida se debe a que es un inhibidor de la biosíntesis de celulosa, afectando procesos de formación, elongación y división celular en las paredes celulares, afectando así el proceso de emergencia de las plantas a partir de las semillas (Stewart *et al.*, 2017; Brabham *et al.*, 2014).

El continuo e intensivo uso de un mismo herbicida genera una alta presión de selección de malezas, lo cual provoca consecuencias negativas, tales como: un aumento de especies tolerantes al herbicida utilizado, y en segundo lugar favorece la evolución de poblaciones resistentes al mismo (Vidal *et al.*, 2010). Se ha visto que *Epilobium* ha presentado resistencia a herbicidas como el Diquat y Paraquat

(Travlos *et al.*, 2020). En un estudio realizado en plantas de *Epilobio* provenientes de semillas colectadas en Chile en huertos de olivo, se reportó resistencia de estas al control químico de estos herbicidas pertenecientes al grupo de los bipiridilos, lo cual puede deberse a una baja movilidad del herbicida dentro de las plantas (Tahmasebi *et al.*, 2018). Así mismo Díaz (2021) y Ormeño (2006), mencionan sobre la poca sensibilidad que tienen las plantas de *E. ciliatum* a las aplicaciones de glifosato, siendo considerada una especie tolerante a este herbicida. Esto puede deberse a una baja absorción y movilidad del glifosato por parte de las plantas, siendo considerados esos los mecanismos responsables de la tolerancia al herbicida. Esto se convierte en un problema ya que el glifosato es el herbicida más utilizado a nivel mundial y el que domina en las aplicaciones en frutales. Esta tolerancia al glifosato se magnifica por las reiteradas aplicaciones y al uso indiscriminado del producto, sin ningún método complementario de control, y a pesar de que se ha visto que al combinar la aplicación glifosato con algunos herbicidas específicos para controlar malezas de hoja ancha, como por ejemplo 2,4 - D, MCPA y Aminotriazol, se puede obtener un buen control (Espinoza, 2017; Vidal *et al.*, 2010). Por esto, se recomienda optar por otras alternativas de control, las cuales pueden complementarse al uso de herbicida.

5.3. Control mecánico.

E. ciliatum tiene una fuerte dominancia apical (Michaud, 1991), por lo que al realizar un corte del meristema apical de la planta en avanzado estado de desarrollo compensará la arquitectura con nuevos brotes. Sin embargo, esto dependerá del nivel de nutrientes en el suelo, ya que, con altos niveles, la perturbación de la dominancia apical será menor, lo que favorece la producción de semillas y además la planta competirá mejor por la luz (Iriwin, 1996)

En viveros cuando la planta aun es joven, se puede realizar una limpieza manual de los contenedores, la cual, si se complementa con el uso de coberturas, puede resultar en una buena estrategia posible de control no químico de esta maleza (Newmad, 2014). En campo, existen estudios donde se ha visto cómo manejar esta maleza en huertos de pomáceas en Nueva Zelanda, en el cual el control de esta especie se considera complejo debido a la tolerancia y/o resistencia a diversos

herbicidas ya descritos, por lo tanto, de manera complementaria se utilizan estrategias de control mecánico tal como el desmalezado manual, laboreo de suelos y mulch de origen natural o sintético (Quadrelli, 2019).

Las labores de preparación de suelos además de mullir para un adecuado establecimiento de los cultivos pueden permitir un buen control de las malezas. Estas labores se dividen en labranza primaria o aradura y secundaria o rastraje. Ambas si se programan de acuerdo a la forma de reproducción de las malezas presentes pueden hacer un buen control (Carrasco y Ormeño, 1999). Por ejemplo, con rastras de discos que remueven la capa superior del suelo, se puede controlar malezas anuales de manera eficiente, pero siempre que se realice previo a la formación de semillas, para evitar la diseminación de las mismas y el aumento del banco de semillas (Quadrelli, 2019).

Es importante considerar que el laboreo del suelo puede resultar perjudicial para el control de malezas perennes, como lo es *Epilobio*, ya que debido a las estructuras de reproducción vegetativa que poseen, al realizar cortes se produce una mayor dispersión de la maleza, ya que se formaran nuevas plantas a partir de los propágulos vegetativos, aumentando así su diseminación.

Por otro lado, las cubiertas o mulch son cada vez más utilizados en cultivos, como el uso de plástico que puede ser efectivo, pero ambientalmente cuestionable. Mucho menor impacto serían el que generan las cubiertas vegetales, las cuales pueden disminuir considerablemente la aparición de esta planta durante los siguientes meses de la aplicación de la cubierta, aunque su efectividad baja considerablemente en la siguiente temporada (Lyse, 2005).

También han sido utilizadas estrategias de control de malezas con vapor, las cual han sido probadas en *E. ciliatum*, y en donde se ha visto hasta un 79% de control en post-emergencia temprana, con dos hojas verdaderas Utilizando kerosene como combustible para calentar el agua y producir así vapor (Coleman *et al.*, 2019).

5.4. Control cultural

El control cultural consiste en la utilización de cualquier práctica que permite un mejor desarrollo de las plantas cultivadas, de tal manera que pueda competir eficientemente con las malezas (Kramm, 2000). Decauwer (2009), describe que el

manejo de un cultivo puede afectar la presencia de esta especie, al realizar la aplicación de enmiendas orgánicas compostadas, estiércol animal y fertilización convencional por doce años, se notó que entre las especies que mayor prevalencia se encontraba *E. ciliatum*, que fue asociada a aplicaciones altas de nitrógeno inorgánico. En contraste, se pudo demostrar que la aplicación de compost bioestabilizado contribuyó a la disminución de esta maleza y otras especies en el banco de semillas del suelo.

5.5. Control biológico

Norambuena y Escobar (2005), define el control biológico como el uso deliberado de agentes biológicos, tales como insectos, ácaros y hongos, para disminuir la dispersión y abundancia de la planta maleza a niveles económicos y ambientales tolerables. Chile está considerado como el país pionero en Latinoamérica en la implementación de proyectos de control biológico de malezas. En 1952, introdujo dos insectos crisomélidos para deprimir *Hypericum perforatum* L. y, posteriormente, hongos para el control de la maleza *Rubus constrictus* Lef. et M. (Norambuena y Escobar, 2005). A pesar de que no existen menciones sobre el control biológico de *E. ciliatum*, vale la pena mencionar el uso de ganado ovino en Chile como el control de malezas en huertos frutales y plantaciones forestales. En estos animales el olor, textura, sabor y efectos de la ingestión regulan el consumo de plantas con diferente valor nutritivo y contenido de taninos, alcaloides y toxinas. El rechazo (aversión) a una especie en particular se puede inducir con cloruro de litio, a dosis de entre 175 y 250 mg kg⁻¹ de peso vivo que administrado vía oral después del consumo provoca ligeras molestias gastrointestinales (Covasevich y Quezada 2019). Aunque no existen antecedentes que indiquen el uso de *E. ciliatum* como alimento de ganado en alguna parte del mundo, tampoco se indica que fuera rechazado.

CONCLUSIONES

1. *E. ciliatum* es una especie ampliamente distribuida alrededor del mundo, producto de ir adaptándose a gran diversidad de condiciones edafoclimáticas.
2. *E. ciliatum* es una maleza difícil de controlar en cultivos frutales de

importancia económica en Chile, debido a la tolerancia y al excesivo uso del herbicida glifosato.

3. Es importante mencionar que la mejor manera de controlar esta maleza, es mediante la prevención, fundamentalmente previniendo su llegada desde viveros.
4. Para controlar esta maleza se pueden implementar estrategias de control cultural y mecánico

REFERENCIAS

1. Atland, J. and E. Cramer. 2006. Control of northern willowherb control in nursery containers. *J. Environ. Hortic.* 24(3): 143-148.
2. Benoit, D.L., C. Vincent and G. Chouinard. 2006. Management of weeds, apple sawfly (*Hoplocampa testudinea* Klug) and plum curculio (*Conotrachelus nenuphar* Herbst) with cellulose sheeting. *Crop Prot.* 25(4) 331–337.
3. Bleeker, W., U. Schmitz and M. Ristow. 2007. Interspecific hybridisation between alien and native plant species in Germany and its consequences for native biodiversity. *Biol. Conserv.* 137(2): 248-253.
4. Brabham, C., L. Lei, Y. Gu, J. Stork, M. Barrett and S. Debolt. 2014. Indaziflam herbicidal action: a potent cellulose biosynthesis inhibitor. *Plant Physiol.* 166(3): 1177-1185.
5. Calderón de Rzedowski, G. y J. Rzedowski. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. (2a. ed.). Instituto de Ecología, A.C. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Veracruz, México.
6. Carrasco, J. y J. Ormeño. 200. Control mecánico de malezas en presiembra. *Tierra Adentro* (30): 42-44.
7. Coleman, G.R.Y., A. Stead, M.P. Rigter, Z. Xu, D. Johnson, J.M. Brooker, S. Sukkariéh and M.J. Walsh. 2019. Using energy requirements to compare the suitability of alternative methods for broadcast and site-specific weed control. *Weed Technol.* 33(4): 633-650.
8. Covacevich, N. y M. Quezada. 2019. El entrenamiento del ganado para el control de malezas en plantaciones frutales y forestales. *Boletín INIA N°405*. INIA Rayentué. Rengo, Chile.
9. Cruz, P. y C. Schulze del Canto. 2001. Primer estudio de flora. Plan de ordenación Reserva Nacional Mañihuales. Universidad Mayor. Santiago, Chile.
10. Dastgheib, F. and C. Frampton. 2000. Weed management practices in apple

- orchards and vineyards in the South Island of New Zealand. N. Z. J. Crop Hortic. Sci. 28(1): 53-58.
11. De Cauwer, B., K. Van Den Berge, M. Cougnon, R. Bulcke and D. Reheul. 2010. Weed seedbank responses to 12 years of applications of composts, animal slurries or mineral fertilisers. Weed Res. 50(5): 425-435.
 12. Díaz, M.V. y A.M. Prado. 2016. Uso de herbicidas suelo-activos, para el control de malezas de difícil control post-emergentes en frutales, Parte I [en línea]. Agrospec, Chile. <http://www.agrospec.cl/wp-content/uploads/2016/07/Articulo-uso-de-herbicida_21julio2016.pdf>. [Consulta: 22 marzo 2021].
 13. Díaz, J. 2021. Especies de malezas tolerantes y resistentes al herbicida glifosato. Complejo problema en huertos frutales. Informativo N°134. INIA Carillanca. Temuco, Chile.
 14. Espinoza N., M.G. Chahin y C. Rodríguez. 2012. Principales malezas que afectan al cultivo de las peonías en el sur de Chile. pp: 103-131. Boletín INIA N° 257. INIA Carillanca. Temuco, Chile.
 15. Espinoza, N. 2017. Malezas en Chile. Trama Impresores. Temuco, Chile.
 16. Fernández, J.L. 2012. *Epilobium ciliatum* Rafin. (Onagraceae), una nueva adventicia potencialmente invasora en la Península Ibérica. Acta Bot. Malacitana 37: 179-184.
 17. Grime, J.P., G. Mason, A.V. Curtis, J. Rodman, S.R. Band, M.A.G. Mowforth, A.M. Neal and S. Shaw. 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora. J. Ecol. 69(3): 1017-1059.
 18. Havaux, M. 1990. Photoacoustic study of the photochemical energy conversion in *Epilobium* plants grown under very low light conditions. Environ. Exp. Bot. 30(1): 101-109.
 19. Hernández, C. 2019. Análisis de la flora invasora en relación con la agricultura y la conservación de áreas protegidas de Chile. Memoria de título, Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca, Escuela de Agronomía. Talca, Chile.
 20. Hill, N.M., M. Crowell, R. Lapaix and S. Hicks. 2018. The rare southern twayblade (*Neottia bifolia*): sentinel of ecosystem integrity for sphagnum swamps. Rhodora 120(982): 117-142.
 21. Irwin, D.L. and L.W. Aarssen. 1996. Effects of nutrient level on cost and benefit of apical dominance in *Epilobium ciliatum*. Am. Midl. Nat. 136(1): 14-28.
 22. Jan, N., Mahboob-ul-Hussain and K.I. Andrabi. 2009. Cold resistance in plants: A mystery unresolved. Electron. J. Biotechnol. 12(3): 1-15 [en línea].

23. Jocou, A.I., C. Fernández y R. Gandullo. 2018. Macrófitas acuáticas vasculares del sistema de drenaje del Alto Valle de Río Negro, Patagonia (Argentina). *Rev. Mus. La Plata* 3(2): 296-308.
24. Kalníková, V. and S. Palpurina. 2015. *Epilobium adenocaulon* and *Oenothera glazioviana* (Onagraceae): new alien species for the Bulgarian flora. *Phytol. Balc.* 21(1): 21-27.
25. Keating, R.C., P.C. Hoch and P.H. Raven. 1982. Perennation in *Epilobium* (Pomegranateade) and its relation to classification and ecology. *Sist. Bot.* 7(4): 379-404.
26. Kiew, R. and J.P.C. Tan. 2016. Stop that weed! *UTAR Agric. Sci. J.* 2(2): 53-60.
- 27 Kogan, M., S. Lazen y C. Fernández. 1973. Principios de control químico de malezas en huertos frutales. Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. Santiago, Chile.
28. Kogan, M. 2002. Programa para el control de la chufa en huertos frutales. *Agron. For. UC* (17): 13-16.
29. Krahulec, F. 1999. Two new hybrids of *Epilobium ciliatum* (Onagraceae). *Preslia* 71: 241-248.
30. Krajšek, S.S. and N. Jogan. 2004. *Epilobium ciliatum* Raf., a new plant invader in Slovenia and Croatia. *Acta Bot. Croat.* 63(1): 49-58.
31. Kramm, V. 2000. Control de malezas. pp. 47-59. Establecimiento y manejo de vides en el secano interior centro sur de Chile. *Boletín INIA N°43*. INIA Quilamapu. Chillán, Chile.
32. Lanxess Manufacturing. Casoronmr G: herbicida granulado (GR) (gr) [tríptico]. Lanxess Manufacturing: Holanda, 2021.
33. Maillet, J. 1999. Evolución de las prácticas culturales en viñedo y sus consecuencias sobre la diversidad florística. En: 2 Congreso 1999 de la Sociedad Española de Malherbología 23-25 noviembre, 1999. Logroño. España.
34. Mansanet-Salvador, C.J., P.P. Ferrer-Gallego, I. Ferrando y E. Laguna. 2014. Primera cita de *Epilobium ciliatum* Raf. (Onagraceae) en la Comunidad Valenciana. *Flora Montiberica* 57: 17-23 [en línea].
35. Matthei, O. 1995. Manual de malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores. Santiago, Chile.
36. Matulevičiūtė, D. and S. Sprainaitytė. 2010. Population dynamic of *Epilobium ciliatum* in fire places in kamanos raised bog: 5-year study (2004-2008). *Acta Biol. Univ. Daugavp. (Suppl. 2)*: 29-35.

37. Michaud, J.P. 1991. Biomass allocation in fireweed *Epilobium angustifolium* L. (Onagraceae) in response to simulated defoliation. Bot. Gaz. 152(2): 208-213.
38. Myerscough, P.J. and F.H. Whitehead. 1965. Comparative biology of *Tussilago fárfara* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Epilobium montanum* L. and *Epilobium adenocaulon* Hausskn. New Phytol. 65(2): 192-210.
39. Myerscough, P.J. and F.H. Whitehead. 1967. Comparative biology of *Tussilago fárfara* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Epilobium montanum* L. and *Epilobium adenocaulon* Hausskn. New Phytol. 66(4): 785-823.
40. Newman, J.P. 2014. Container nursery production and business management manual. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. California, USA.
41. Norambuena. H. y S. Escobar. 2005. Que es control biológico de malezas. Tierra Adentro (65): 12-15.
42. Ormeño, J. 2006. Malezas de frutales que no son controladas con glifosato: *Calahuala*, *epilobio* y *enotera rosada*. Tierra Adentro (71): 26-29.
43. Ormeño, J. 2020. Herbicidas residuales y herbicidas foliares. Control efectivo de malezas en nogales. Redagráfica (110): 30-36.
44. Pedreros, A. 2013a. Manejo de las malezas en arándanos. pp: 71-91. Manual del arándano. Boletín INIA N°263. INIA Quilamapu. Chillán, Chile.
45. Pedreros, A. 2013b. Manejo de las malezas en frambuesa. pp: 59-74. Manual de frambuesa. Boletín INIA N°264. INIA Quilamapu. Chillán, Chile.
46. Pedreros, A. 2013c. Manejo de las malezas en frutilla. pp: 73-88. Manual de frutilla. Boletín INIA N°262. INIA Quilamapu. Chillán, Chile.
47. Pedreros, A. 2021. Manejo de malezas en producción con base agroecológica. pp. 249-266. En: C. Céspedes y S. Vargas (Ed.). Agroecología. Fundamentos y técnicas de producción, y experiencia en la Región de Los Ríos. Colección Libros INIA N°45. INIA Remehue. Osorno, Chile.
48. Petterson, R.W. and B.G. Baldwin. 1993. Onagraceae: evening primrose family [en línea]. University of California, USA. <https://ucjeps.berkeley.edu/eflora/eflora_display.php?tid=208>. [Consulta: 21 mayo 2020].
49. Przepiorkowski, T.M. 2000. Biology of *Epilobium ciliatum* Rafin. Perennating structures. Dissertation. Doctor of Philosophy. School of the Ohio State University. Ohio, USA.
50. Quadrelli, A. 2019. Métodos para el control de malezas en duraznero. Trabajo final, Especialista en Cultivos Intensivos. Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias. Santa Fe, Argentina.

51. Quintanilla, V., J.A. Cadiñanos y P.J. Lozano. 2008. Degradaciones actuales en ecosistemas nordpatagónicos de Chile, derivadas de los incendios de bosques durante el siglo pasado. *Tiempo y Espacio* 18(21): 6-24.
52. Rodríguez, R., J. Grau, C. Baeza y A. Davies. 2008. Lista comentada de las plantas vasculares de los Nevados de Chillán, Chile. *Gayana Bot.* 65(2): 153-197.
53. Romme, W.H., L. Bohland, C. Persichetty and T. Caruso. 1995. Germination ecology of some common forest herbs in Yellowstone National Park, Wyoming, U.S.A. *Arctic Antarct. Alp. Res.* 27(4): 407-412.
54. Saxén, B. 2011. Scanning electron microscopy of the surface structure of seeds from the genus *Epilobium* in Fennoscandia for determining the species. *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica* 87: 29-40.
55. Solomon, J.C. 1982. The systematics and evolution of *Epilobium* (Onagraceae) in South America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 69(2): 239-335.
56. Stewart, C.J., S.C. Marble, B.J. Pearson and P.C. Wilson. 2017. Impact of container nursery production practices on weed growth and herbicide performance. *HortScience* 52(11): 1593-1600.
57. Tahmasebi B.K., R. Alcántara-de la Cruz, E. Alcántara, J. Torra, J.A. Domínguez-Valenzuela, H.E. Cruz-Hipólito, A.M. Rojano-Delgado and R. de Prado. 2018. Multiple resistance evolution in Bipyridylium-resistant *Epilobium ciliatum* after recurrent selection. *Front. Plant Sci.* 9: 695(Art. N°) [en línea].
58. Travlos, I., R. de Prado, D. Chachalis and D. Bilalis. 2020. Herbicide resistance in weeds: early detection, mechanisms, dispersal, new insights and management issues. *Front. Ecol. Evol.* 8: 213(Art. N°) [en línea].
59. Vidal, R.A., H.P. Rainero, A. Kalsing and M.M. Trezzi. 2010. Prospección de las combinaciones de herbicidas para prevenir malezas tolerantes y resistentes al Glifosato. *Planta Daninha* 28(1): 159-165.
60. Wagner, W. and P. Hoch. 2005. Onagraceae - The evening primrose family [en línea]. National Museum of Natural History, USA. <<https://naturalhistory2.si.edu/botany/onagraceae/>>. [Consulta: 06 mayo 2020].
61. Wagner, W.L., P.C. Hoch and P.H. Raven. 2007. Systematic botany Monographs. Volume 83. Revised classification of the Onagraceae. The American Society of Plant Taxonomists. Laramie, USA.
62. Walter, J., F. Essl, T. Englisch and M. Kiehn. 2005. Neophytes in Austria: habitat preferences and ecological effects. *Neobiota* 6: 13-25.
63. Whittington, R., M.L. Winston, C. Tucker and A.L. Parachnowitsh. 2004. Plant-species identity of pollen collected by bumblebees placed in greenhouses for tomato pollination. *Can. J. Plant Sci.* 84(2): 599-602.

64. Winkler, J. and V. Zelená. 2003. Výskyt vrbovky zláznaté (*Epilobium ciliatum* Rafin.) v porostech polních plodin a na úhorech. Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun. 53(1): 75-80.