



GUÍA PARA EL CONTROL DE **HIERACIUM PILOSELLA**

PARA LA REGIÓN DE MAGALLANES
Y ANTÁRTICA CHILENA



Sergio Radic, Jorge Ivelic, Pamela Gross, Ricardo Ruiz y René Muñoz





GUIA PARA EL CONTROL DE

HIERACIUM PILOSELLA



PARA LA REGIÓN DE MAGALLANES Y ANTÁRTICA CHILENA

PRÓLOGO



En la Región de Magallanes y Antártica Chilena la producción pecuaria radica principalmente en la ganadería extensiva en base a praderas naturales que, en algunos casos, por motivos de manejos inadecuados como una baja subdivisión predial, mala distribución de aguadas, permanencia prolongada de animales en potreros, ha generado una excesiva sobrecarga en las praderas provocando su deterioro. Por otra parte, años de ganadería han generado un desgaste del suelo, producto de la extracción de nutrientes sin la reposición de los mismos. Debido a lo anterior, proliferan especies no deseadas que disminuyen el valor forrajero de la pradera, este es el caso de la maleza *Pilosella* (*Hieracium pilosella* L.), como también de otras especies de este género. Lo anterior sumado a la situación delicada que se observa en las zonas de estepa que contienen una delgada capa vegetal, un constante castigo eólico en épocas primaverales y estivales, con muy baja pluviometría anual, además de poseer un importante porcentaje de suelo desnudo, asociada a la escasa capacidad de respuesta de la vegetación natural y endémica de esta zona a la carga de pastoreo, disponen las condiciones para que la pilosella encuentre un ambiente óptimo para su desarrollo.

H. *Pilosella* es una maleza de origen europeo, y según el Servicio Agrícola y Ganadero - SAG (2011), se dispersó a otros países y continentes mezclada con semillas de especies forrajeras. Es un especie con gran capacidad adaptativa considerada como una maleza invasora.

A raíz de esta importante problemática que afecta al sector ganadero y medioambiental,

se genera la necesidad de contar con este boletín como parte del plan de trabajo del año 2 del programa territorial integrado (PTI) de Corfo denominado “Mejoramiento Competitivo de la Cadena de Valor de la Lana y la Carne Ovina en la Región de Magallanes y Antártica Chilena” (16PTI-70230-3). Esta guía nace, específicamente de una reunión realizada el año 1 del programa, momento en que se convocó al sector público y privado para conocer las opciones que han trabajado ambos sectores. Fue así que, de esa reunión, se concluyó que no se cuenta con un material informativo que recopile investigaciones a nivel regional e internacional que pueda dar opciones de prevención, mitigación y control de *Hieracium* sp.

Este boletín fue elaborado con el apoyo de instituciones públicas regionales ligadas al sector agropecuario como la Universidad de Magallanes, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Teniendo este boletín como objetivo proporcionar información sobre la planta de *Hieracium*, para conocer su comportamiento y distribución, junto a información de prevención, mitigación y control que pueden ser aplicados a la realidad regional. Finalmente este documento está orientado a estudiantes, productores y asesores del área silvoagropecuaria de la Región de Magallanes y Antártica Chilena, que en su conjunto pueden ayudar a que esta maleza no siga expandiéndose en nuestros campos.

Paulina Sánchez Sagardía
Gestora PTI Ovino de Magallanes





AGRADECIMIENTOS



El programa territorial Integrado de Corfo denominado “Mejoramiento Competitivo de la Cadena de Valor de la Lana y la Carne Ovina en la Región de Magallanes y Antártica Chilena”, código 16PTI-70230-3 agradece el aporte y disposición del Sr. Eduardo Tafra, productor ganadero de la región de Magallanes y la Antártica Chilena que ha trabajado en el control de Hieracium en sus predios, al Ingeniero Agrónomo Carlo Gorziglia por su dedicación y apoyó en la redacción de esta guía, al Dr. Pablo Cipriotti por las ideas planteadas en su visita a la región en el marco de actividades realizadas por el PTI-Ovino, el apoyo del Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile (SAF), que puso a disposición su personal técnico y el equipamiento necesario para coleccionar las firmas espectrales que se muestran en el presente documento. Como también a la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) por el cofinanciamiento en el proceso de diseño e impresión de este boletín y su apoyo a las iniciativas que aportan al sector ganadero regional.



ÍNDICE



	Página
1. Descripción de la especie.	8
2. Formas de reproducción y estrategias de establecimiento.	10
3. Distribución y primeros antecedentes de <i>Heracium Pilosella</i> en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.	12
■ 3.1. Imágenes satelitales y técnicas de percepción remota	14
4. Métodos de control.	21
■ 4.1. Control Biológico.	21
■ 4.2. Control Químico.	23
■ 4.2.1. Aporte del Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios al control de <i>Hieracium pilosella</i> .	29
■ 4.3. Control Mecánico.	32
■ 4.4. Labores culturales.	32
■ 4.4.1. Pastoreo.	33
■ 4.4.2. Fertilización y enmiendas.	35
5. Información nutricional.	39
6. Recomendaciones para el control de <i>Hieracium pilosella</i> en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.	40
7. Bibliografía.	45



ÍNDICE TABLAS

		Página
1.	Diferencias morfológicas entre distintos géneros de <i>Hieracium</i> spp.	8
2.	Valores medios de pH, carbono orgánico y nitrógeno en el suelo, dentro del parche de <i>Hieracium pilosella</i> y en el sector circundante.	11
3.	Distribución de <i>Hieracium pilosella</i> en la provincia de Magallanes para diferentes formaciones vegetales y en áreas circundantes a la ciudad.	13
4.	Biomasa total de las especies vegetales presentes para diferentes tratamientos de herbicida y dos tratamientos de fertilización (0 y 60 kg N ha ⁻¹).	24
5.	Condiciones de suelo en las distintas estancias estudiadas.	25
6.	Solución de herbicidas utilizados en conjunto el año 2018 en estancia Quinta Esperanza, Tierra del Fuego.	30
7.	Prácticas de recuperación eliminación, limpieza o confinamiento de impedimentos físicos o químicos (\$ ha ⁻¹) 2018.	31
8.	Herbicidas del mercado regional para el control químico de <i>Hieracium pilosella</i> , precios obtenidos para Punta Arenas año 2019.	32
9.	Crecimiento medio por roseta con medición quincenal del 10/11/04 al 16/02/05.	33
10.	Resultado de análisis químico de distintas partes de la planta de <i>Hieracium pilosella</i> , obtenidas en sectores con y sin pastoreo.	34
11.	Efecto de las diferentes dosis de nitrógeno, realizadas con pulverizador sobre el vigor de <i>Hieracium pilosella</i> .	35
12.	Ranking de abundancia de especies, según los distintos tipos y dosis de fertilizantes nitrogenados utilizados.	36
13.	Valor nutritivo de partes de la planta de <i>Hieracium pilosella</i> según estado fenológico.	39
14.	Contenido de materia seca y nutrientes (Kg ha ⁻¹ ; desviación estándar) en la biomasa de <i>Hieracium pilosella</i> encontrada en los parches y el pasto circundante	40

ÍNDICE FIGURAS



Página

- | | | |
|-----|---|----|
| 1. | Firmas espectrales para <i>Hieracium pilosella</i> para parches con la especie con la hoja morada y verde. | 17 |
| 2. | Firma espectral promedio (morada y verde) de <i>Hieracium pilosella</i> y de otras especies encontradas en el área de estudio. | 18 |
| 3. | Clasificación supervisada obtenida para el área de estudio a partir de datos Sentinel-2. | 19 |
| 4. | Estimación de áreas infestadas por <i>Hieracium pilosella</i> según año. | 20 |
| 5. | Evaluación de la cobertura de <i>Hieracium pilosella</i> por aplicación de tratamientos de pastoreo, herbicida y siembra. | 27 |
| 6. | Evaluación de la cobertura de gramíneas y dicotiledóneas por aplicación de tratamientos de pastoreo, herbicida y siembra. | 28 |
| 7. | Supervivencia de <i>Hieracium pilosella</i> por aplicación de diferentes dosis de herbicidas | 29 |
| 8. | Efecto de la aplicación de Boro en el porcentaje de cobertura <i>Hieracium pilosella</i> . | 37 |
| 9. | Efecto de la aplicación de boro en el porcentaje de cobertura de <i>Hieracium pilosella</i> en un sitio de baja precipitación y un sitio de alta precipitación. | 37 |
| 10. | Efecto del tiempo de aplicación de 50 kg ha ⁻¹ de fertilizante Borato FB48 en el porcentaje de cobertura de <i>Hieracium pilosella</i> . | 38 |



ÍNDICE IMÁGENES

		Página
1.	Planta de <i>Hieracium pilosella</i> en estado de floración.	9
2.	Planta de <i>Hieracium antarctica</i> en estado vegetativo y floración.	9
3.	Planta de <i>Hieracium praealtum</i> en floración.	10
4.	Invasión de <i>Hieracium pilosella</i> en; una superficie con murtilla y algunos coirones (A), en un área verde de la ciudad de Punta Arenas (B), en un sector de matorrales en Tierra del Fuego (C), en un sector erosionado de transición en la ciudad de Punta Arenas (D)	12
5.	Planta de <i>Hieracium pilosella</i> en medio de un coirón (<i>Festuca gracillima</i>).	14
6.	Campaña de radiometría de campo realizada el 16 de enero de 2017 en conjunto entre la Universidad de Magallanes y el Servicio Aero fotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile.	16
7.	Estancia Quinta Esperanza, Tierra del Fuego (A) aplicación de solución de herbicidas en noviembre del año 2018; (B) aplicación de herbicida Picloram en el año 2009.	29
8.	Efecto de la aplicación de Picloram en una pradera invadida con <i>Hieracium pilosella</i> en Tierra del Fuego.	30
9.	<i>Hieracium pilosella</i> , sector Rio Chico, Tierra del Fuego.	35

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

1

Hieracium pilosella (*H. pilosella*), es una planta herbácea que pertenece a la familia Asteracea, es de origen europeo, y según el Servicio Agrícola y Ganadero - SAG (2011), se dispersó a otros países y continentes mezclada con semillas de especies forrajeras. La morfología de esta planta (Imagen 1) se caracteriza por largos estolones hojosos; hojas basales en roseta; con pelos ralos, simples y largos en ambas caras; escapo floral con un solo capítulo, de hasta 30 cm de alto, cubierto de pelos simples y estrellados; además, lígula amarilla con una franja roja en el dorso, es considerada una maleza en el ecosistema de

la estepa patagónica. Posee una gran cantidad de semillas, aproximadamente 61 por flor y 12.500.000 por kilogramo (100 semillas pesan 0,008 g), son semillas pequeñas comparadas con el trébol blanco y el pasto ovillo que tienen 1.600.000 y 1.000.000 semillas por kilogramo respectivamente. Se distingue de otros géneros de *Hieracium* sp. (Tabla 1) por su capítulo amarillo solitario y presencia de tricomas en la parte inferior de las hojas, como podemos ver en las imágenes 1, 2 y 3. El capítulo o flor se desarrolla completamente antes que el tallo se elongue, siendo dicho alargamiento muy rápido.

Tabla 1. Diferencias morfológicas entre distintos géneros de *Hieracium* spp.

Caracteres	<i>Hieracium pilosella</i>	<i>Hieracium antarcticum</i>	<i>Hieracium praealtum</i>
Pubescencia en el envés de las hojas	Pelos estrellados muy numerosos y denso	Hojas glabras	Pelos estrellados largos y simples.
N° de capítulos por tallo	1	1 - 5	5 - 7
Longitud del pedúnculo	hasta 30 cm	No supera en 1/3 el tamaño del involucreo	30 - 70cm
Tamaño de los capítulos	5-10 mm	15- 60 mm	7- 10 mm
Color de las flores	Amarillas	Amarillas	Verde amarillento y en la base purpura
Hoja estolonífera	Si	No	Largos y frondosos
Introducida/nativa	Introducida	Nativa	Introducida

Fuente: Adaptado de Sell y Murrell (2006), Wilson (2006), Domínguez (2012).

H. pilosella crece en suelos con pH entre 3,7 - 7,6 y de baja a mediana fertilidad, se desarrolla en climas templados a templado-fríos, con precipitaciones menores a los 600 mm; no tolera agua en la cercanía de la superficie, por lo

que necesita suelos bien drenados, prefiere las laderas de mayor insola- ción. Su sistema de raíces es superfi- cial, de 10 a 15 cm de profundidad y tolera sin problemas la sequía.



Imagen 1. Planta de *Hieracium pilosella* en estado de floración.

Fotografía: Sergio Radic

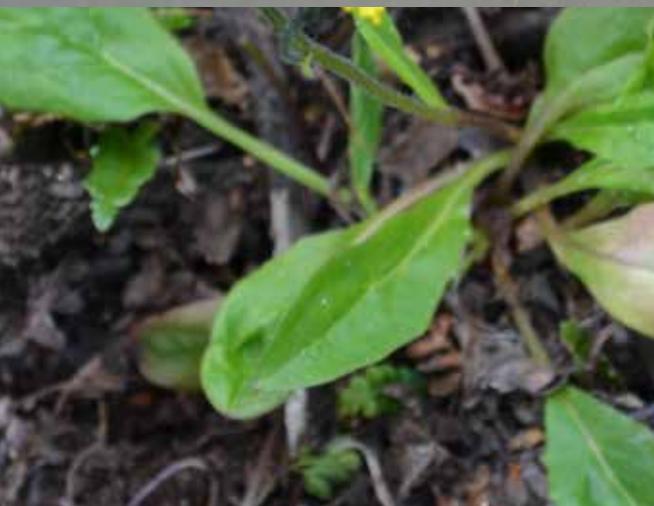


Imagen 2. Planta de *Hieracium antarcticum* en estado vegetativo y floración.

Fotografía: Sergio Radic



Imagen 3. Planta de *Hieracium praealtum* en floración.

Fotografía: Sergio Radic.

FORMAS DE REPRODUCCIÓN Y ESTRATEGIAS DE ESTABLECIMIENTO 2

En la región, según el SAG (1998), las plantas de *H. pilosella* empiezan su desarrollo en agosto y en noviembre aparecen los estolones e inflorescencia. Por otro lado, Domínguez (2012), indica que el capítulo o flor se desarrolla en diciembre, y la semilla madura durante febrero y es dispersada en su mayoría por el viento. La semilla no posee un gran

poder germinativo, pero si una gran capacidad de dispersión y adaptación. Esta especie combina de manera eficiente la reproducción sexual con la vegetativa, mediante la formación de nuevas plantas a partir de estolones que crecen desde las yemas adventicias del tallo, esta doble estrategia reproductiva hace que su propagación sea muy

rápida. En praderas degradadas puede colonizar suelo desnudo, una vez que se produce el establecimiento, *H. pilosella* privilegia el desarrollo de estolones en mayor magnitud que en la producción de semillas.

Esta especie posee una gran capacidad para extraer humedad y nutrientes, lo que origina un perímetro circundante de suelo menos favorable para el crecimiento de otras especies. Por otra parte, el suelo bajo la planta es más ácido que el suelo que rodea el manchón; los valores de calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K) intercambiable son menores a orillas del manchón y más altos en el centro del mismo. Además, se indica que bajo los manchones hay un mayor contenido de fierro y materia orgánica, lo que hace presumible la habilidad de

esta especie para modificar las condiciones del suelo. El tener un contenido más alto de Carbono (C) en el suelo del parche que el suelo adyacente, se relaciona a que es una planta perenne y devuelve más carbón orgánico al suelo por muerte de hojas, raíces y multiplicación de rosetas, además, puede sobrevivir con niveles de humedad en el tejido más bajos que otras especies. Hay que tener en cuenta que el diámetro de la roseta disminuye con el aumento en la densidad de plantas.

Se ha demostrado que en el suelo bajo los parches de *H. pilosella* el pH fue significativamente menor y el carbono significativamente más alto que fuera del parche, pero no hubo diferencias estadísticas significativas para nitrógeno (Tabla 2).

Tabla 2. Valores medios de pH, carbono (C) orgánico y nitrógeno (N) en el suelo, dentro del parche de *Hieracium pilosella* y en el sector circundante

	pH	C %	N %
Interior parche	5,9	2,42	0,186
Alrededor del parche	6,37	1,73	0,161
Significancia estadística (p-valor)	0,0001	0,0013	0,0677

Para significancia estadística significativa debe presentarse un p-valor < 0,05.

Fuente: Adaptado de Mcintosh y Allen (1994).

Otra forma de *H. pilosella* para dominar en la pradera es por medio de sus efectos alelopáticos, ya que en las hojas se encontró umbeliferona (C₉H₆O₃), compuesto fenólico que inhibe el crecimiento de otras plantas e inhibe la germinación de semillas.

Tomando en consideración la gran ca-

pacidad adaptativa de *H. pilosella*, junto con su gran variabilidad genética y capacidad de hibridarse con especies locales, parte de su comportamiento invasor podría atribuirse a la hibridación con *H. patagonicum*, así como se sugiere entre *H. pilosella* y *H. praealtum* para Nueva Zelanda.

DISTRIBUCIÓN Y PRIMEROS ANTECEDENTES 3

PARA EL CONTROL DE *HERACIUM PILOSELLA* EN LA REGIÓN DE MAGALLANES Y ANTÁRTICA CHILENA

El primer registro *H. pilosella* en Chile corresponde al sector de Río de las Minas en Punta Arenas y data del año 1951, luego en 1975 en una población del sector río de los Ciervos, en 1979 en el Cerro Mirador, en 1983 en la Reserva Laguna Parrillar, en 1989 en el

sector Cabeza del Mar, en 1993 en el cordón Baquedano en Tierra del Fuego, en 1994 en el Puerto del Hambre y en el 2000 en el Parque Nacional Pali Aike. Es importante indicar que recién en el año 1987 fue considerada como una maleza invasora (Imagen 4).

Imagen 4. Invasión de *Hieracium pilosella* en;



Superficie con murtilla y algunos coirones.



Área verde de la ciudad de Punta Arenas.



Sector de matorrales en Tierra del Fuego.



Sector erosionado de la zona de transición en la ciudad de Punta Arenas.

Evaluaciones realizadas por el SAG en 1997, indican que de un total de 186 predios encuestados en la Región de Magallanes y Antártica Chilena, que abarcaron 1.256.271 hectáreas (ha), se detectaron 495.486 ha (39,44%) infestadas con *H. pilosella*, con diferente magnitud y grado de invasión.

H. pilosella, ha logrado establecerse en diversos sectores de la región (Tabla 3), diseminándose rápidamente en terrenos pobres y erosionados, impidiendo la supervivencia de otras especies y generando efectos negativos graves para la ganadería y la conservación de la biodiversidad en la Región de Magallanes.

Tabla 3: Distribución de *Hieracium pilosella* en la provincia de Magallanes para diferentes formaciones vegetales y en áreas circundantes a la ciudad.

Bosque-pradera	Debido a la quema de bosques junto a un excesivo sobre pastoreo, en esta asociación es donde más ha proliferado <i>H. pilosella</i> (Sectores más alterados y afectados ecológicamente).
Bosques	Se encuentra en laderas de ríos erosionados o alteraciones causadas por el hombre (construcciones de caminos).
Coironal	Las zonas donde predomina <i>Festuca gracillima</i> , son sensibles al sobre pastoreo y con una delgada capa vegetal, expuestas a fuertes vientos dificultando el crecimiento óptimo de plantas. Es por eso que en estos terrenos se pueden observar suelos desnudos y gran presencia de <i>H. pilosella</i> .
Murtillar	<i>Empetrum rubrum</i> es la especie dominante en estos terrenos con casi nula presencia de <i>Festuca gracillima</i> . <i>H. pilosella</i> compite muy bien con la murtilla.
Vega	El desarrollo de <i>H. pilosella</i> está sujeto a la cantidad de tiempo de tiempo que se encuentra el suelo saturado con agua, ya que no tolera un tiempo prolongado. Lo contrario ocurre en vegas que presentan buen drenaje, con alguna alteración ecológica, o con sobre pastoreo.
Praderas	La proliferación de <i>H. pilosella</i> en praderas se debe principalmente a las quemadas, desmates, regeneración, un mal manejo de carga animal, excesivo pastoreo, inadecuada rotación de animales e inadecuado apotreramiento.
Áreas urbanizadas	Se pueden encontrar varios sectores con presencia de esta maleza, los que son focos de propagación.
Parcelas	En estos sectores existen gran cantidad de focos. Estos terrenos generalmente se encuentran circundantes a la ciudad de Punta Arenas con excesiva carga animal, suelo desnudo en exceso, inadecuada aplicación de herbicidas o malas prácticas hortícolas.

Fuente: Adaptado de Von Moltke (2009).

En un estudio llevado a cabo en la estepa de Tierra del Fuego (República Argentina), se observó que la variabilidad espacial *H. pilosella* es alta (CV 200%), lo que le permite estar ampliamente

diseminada en la provincia, y donde cada planta existente la convierte en focos de invasión, ya que son fuentes de propágulos y diseminación de la especie (Imagen 5).

Imagen 5.

Planta de *Hieracium pilosella* en medio de un coirón (*Festuca gracillima*).



Fotografía: Sergio Radic.

3.1 IMÁGENES SATELITALES Y TÉCNICAS DE PERCEPCIÓN REMOTA

Los predios de uso agropecuario de la Región de Magallanes y Antártica Chilena se caracterizan por su gran extensión, debido a esto, el diagnóstico del territorio y el estudio de fenómenos espaciales no es una tarea trivial.

El uso de Percepción Remota (PR) a partir de datos satelitales correspon-

de a una herramienta viable y de bajo costo, que puede ser útil para estas tareas, así como también otras relacionadas a la ganadería de precisión. La PR es la práctica de obtener datos de los elementos de la superficie a través imágenes adquiridas con una perspectiva aérea, usando energía electro-

magnética de uno o varios sectores del espectro electromagnético, la cual es reflejada o emitida por la superficie de la tierra. Aplicaciones tales como detección y cuantificación de coberturas de suelo, estudios temporales del estado de los pastizales y de estimación de parámetros de interés agronómico, pueden ser realizadas a partir de datos teledetectados.

La PR no se limita al uso de imágenes satelitales, ya que también estos datos pueden ser adquiridos mediante un sensor aerotransportado, o más recientemente desde una unidad aérea no tripulada, en la actualidad las imágenes satelitales ofrecen continuidad, accesibilidad y asequibilidad. Lo anterior, sumado al creciente desarrollo de programas informáticos de Sistemas de Información Geográfica (SIG), libres y de código abierto, como QGIS (QGIS development team, 2019) y GRASS GIS (Grass development team, 2019), hacen viable la adopción de estas herramientas en el sector ganadero local. Consecuentemente, la PR es una herramienta útil para el monitoreo de la distribución espacial y el estado de invasión de *H. pilosella* en un predio determinado y la evolución temporal de esta especie en un territorio afectado.

Cabe mencionar que nuestros ojos solo detectan la energía electromagnética del azul, rojo y verde, sin embargo, muchos sensores en PR utilizan otros rangos de energías que son

invisibles para el ojo humano y que entregan información valiosa de los elementos que se quiere estudiar, tales como el infrarrojo, las microondas, entre otras. Consecuentemente la detección de una cobertura de suelo, como en este caso aquellas afectadas por *H. pilosella*, es posible si esta posee un comportamiento espectral diferente a otras coberturas que puedan existir en el sector de estudio. A este comportamiento se le denomina firma espectral y es un elemento clave para la aplicación de algoritmos automáticos de reconocimiento de patrones, tales como clasificaciones supervisadas.

A pesar de que no existe una librería formal de firmas espectrales para la Región, si se han realizado campañas de campo en las cuales se han colectado firmas espectrales de diversas especies, entre ellas *H. pilosella*. Los siguientes datos que a continuación se exponen han sido colectados gracias al Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile (SAF), quienes han facilitado su capital humano y el equipamiento para la adquisición de esta información. Es así como durante el verano del año 2017 se realizó una campaña en un predio ubicado al sur de Punta Arenas, en el sector “Guairabo” donde se colectaron firmas espectrales de *H. pilosella* y otras especies presente en los sectores adyacentes a áreas afectadas por esta maleza.



Imagen 6. Campaña de radiometría de campo realizada el 16 de enero de 2017 en conjunto entre la Universidad de Magallanes y el Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile.

Espectroradiómetro

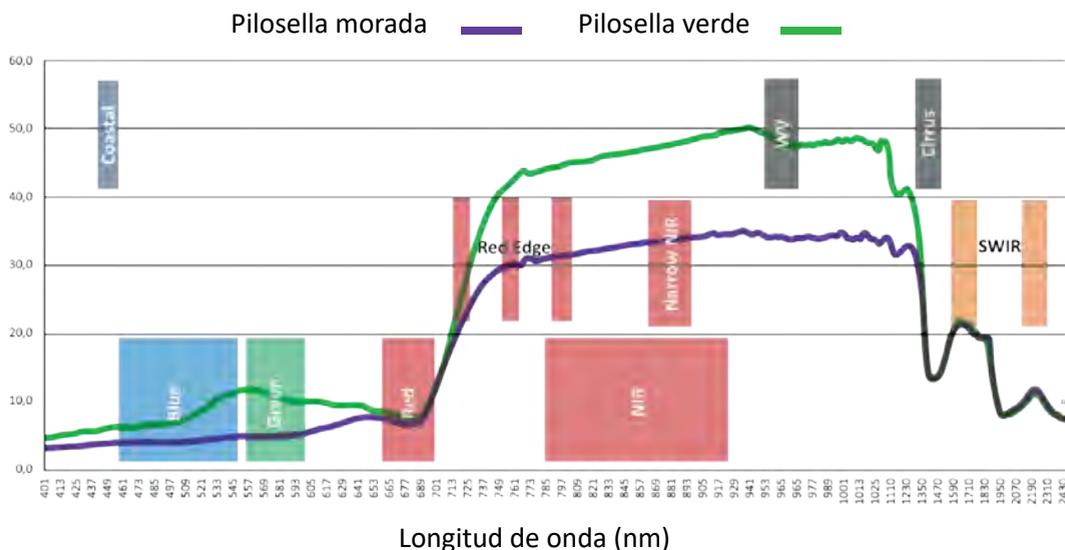


Parche de *H. pilosella* hoja verde

Parche de *H. pilosella* hoja morada



Figura 1. Muestra las firmas espectrales para *Hieracium pilosella* para parches con la especie con la hoja morada y verde.

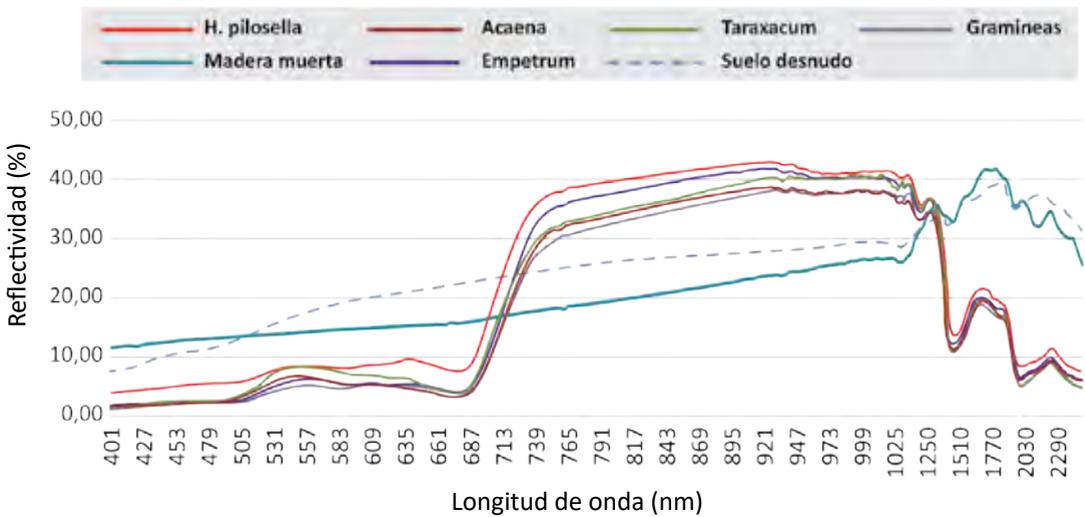


Nota: Las barras de colores representan las bandas espectrales de las imágenes Sentinel-2. *NIR: Near Infrared (infrarrojo cercano), SWIR; Shortwave Infrared (Infrarrojo de onda corta).

En la figura 1 se puede observar el comportamiento de *H. pilosella* para dos condiciones que se pudieron visualizar en las campañas de campo, con hojas moradas y verdes, cada una de ellas presenta un comportamiento espectral particular, sobresaliendo las diferencias que existen en el espectro visible (azul, verde y rojo). Por otro lado, en la figura 1 además se puede apreciar donde están ubicadas las bandas del sensor a bordo del satélite de observación de la tierra Sentinel-2 perteneciente a la Agencia Espacial Europea (ESA), esto nos indica los sectores del espectro electromagnético donde realiza las mediciones este instrumento. Cabe destacar que en la actualidad Sentinel-2 es el dato de libre disposición de mayor resolución espacial (ta-

maño de píxel) disponible y es una excelente alternativa para la observación de la tierra. No obstante lo anterior, la condición general que se observó en terreno, corresponde a un mosaico entre *H. pilosella* con hoja morada y verde. Más aún si utilizamos datos Sentinel-2, donde cada píxel representa 10 m x 10 m (para las bandas azul, verde, rojo e infrarrojo cercano), entonces cada dato asociado a un píxel representa lo que ocurre en 100 m², donde es muy probable que encontremos una mezcla entre ambas condiciones. La figura 2 muestra el promedio entre las firmas espectrales para hoja morada y verde, y se compara el comportamiento con otras especies que se encontraron en el área de estudio.

Figura 2. Muestra la firma espectral promedio (morada y verde) de *Hieracium pilosella* y de otras especies encontradas en el área de estudio.



Nota: Las firmas corresponden a un promedio de varias repeticiones en diferentes puntos del área de estudio.

El comportamiento espectral de *H. pilosella* se distingue claramente en relación a las otras especies analizadas, presentando en general valores más elevados de reflectividad (relación entre la energía incidente y la reflejada) (Figura 2). Ésta primera aproximación de la separabilidad espectral entre *H. pilosella* y otras clases de vegetación, nos indica que si es posible distinguir entre áreas infestadas por esta especie, de otras que se encuentran en el área de estudio a partir de PR, sin embargo, esta interpretación visual también puede ser evaluada de manera más robusta con estadísticos de separabilidad espectral con el propósito de hacer más objetiva esta observación.

Si existen probabilidades de obtener buenos resultados en la discriminación de las coberturas de interés a partir de una imagen satelital, entonces el

siguiente paso corresponde a una clasificación automática supervisada de la imagen satelital, es decir, convertir los valores originales de la imagen en categorías de interés, para ello es necesario en primera instancia definir áreas de entrenamiento, etapa que identifica píxeles representativos de cada clase a identificar, las que pueden ser generadas a partir de interpretación visual de las imágenes o en campañas de terreno. Posteriormente se utiliza un algoritmo de asignación que permite decidir a qué clase pertenecerán los píxeles desconocidos en base a las estadísticas de las áreas de entrenamiento. Finalmente es necesario evaluar la exactitud de la imagen clasificada, revisando la concordancia entre la imagen clasificada y la verdad de terreno.

En el área de estudio donde se colectaron las firmas espectrales antes

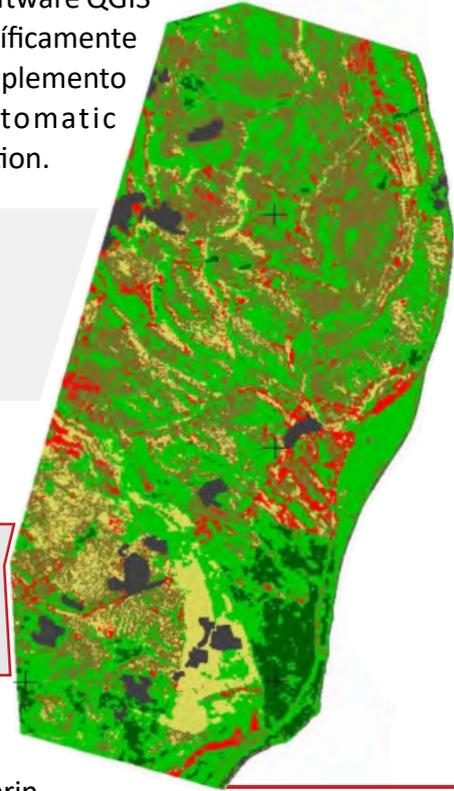
mencionadas, Reyes et al. (2017), evaluaron el nivel de infestación de *H. pilosella* a través del uso de imágenes Sentinel-2. Para ello realizaron campañas de terreno donde se realizaron 97 parcelas descriptivas de 10 m x 10 m, evaluando principalmente el porcentaje de ocupación de las especies

dominantes en cada una de ellas. Posteriormente se aplicó un algoritmo de asignación de mínima distancia a través del software QGIS y específicamente el complemento Semi-Automatic Classification.

Clases	
■	1- Pilosella 80 %
■	2- Pilosella 60-80 %
■	3- Pilosella 60 %
■	4- Bosque
■	5- Gramineas
■	6- Sin datos

Figura 3. Clasificación supervisada obtenida para el área de estudio a partir de datos Sentinel-2.

Nota: Las clases de coberturas infestadas por *H. pilosella* corresponden a 1: *H. pilosella* con cobertura superior a 80%, 2: *H. pilosella* con cobertura entre 60 y 80 % y 3: *H. pilosella* con cobertura menor a 60 %.

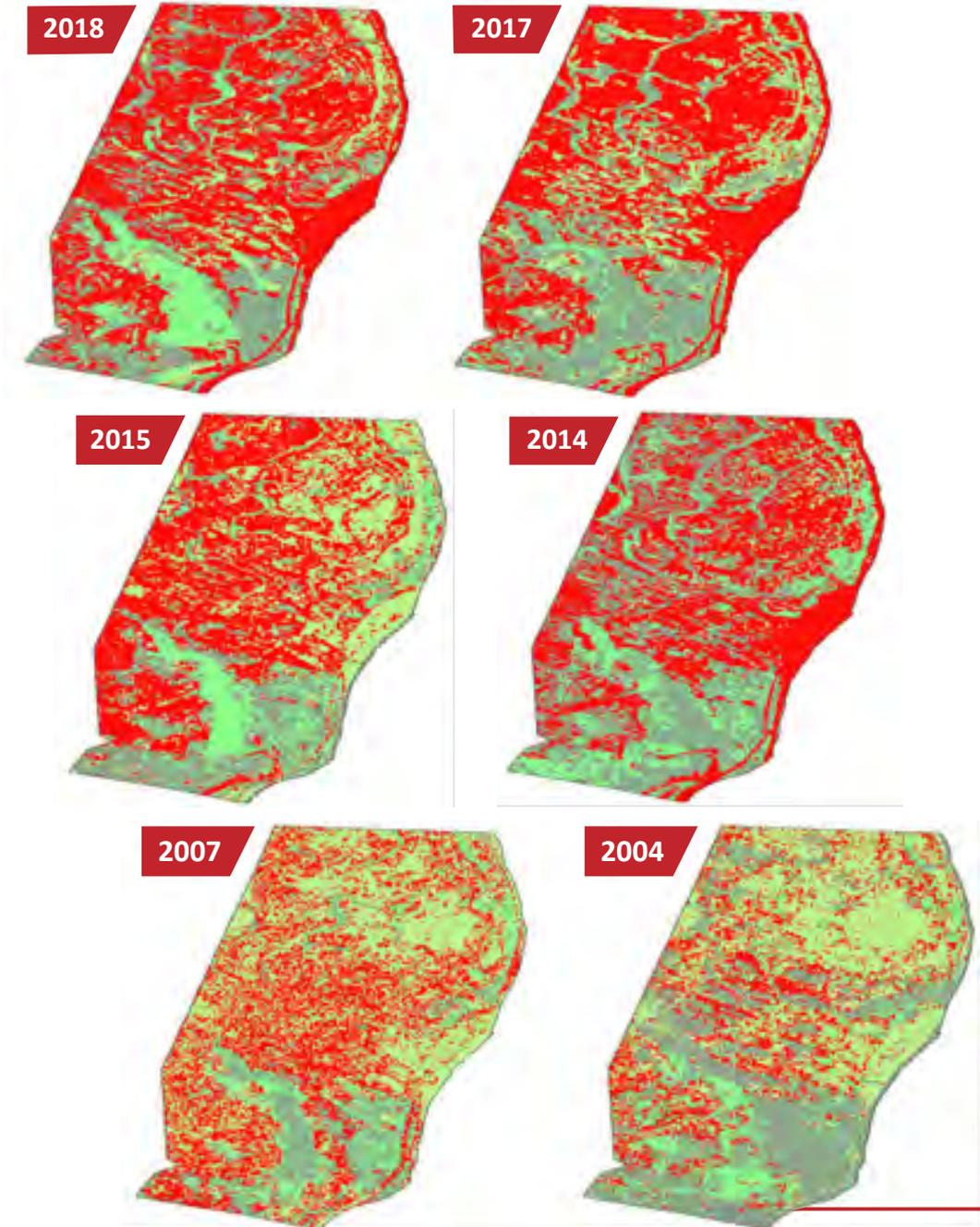


Los resultados de clasificación indicaron que un 52 % de un total de 3.677 ha analizadas tenían algún grado de infestación de *H. pilosella* (Figura 3). La evaluación de la clasificación indicó un 77 % de fiabilidad global (correspondencia entre datos clasificados y datos de terreno).

Por otro lado, Montecinos (2018), evaluó la evolución temporal de *H. pilosella* en la misma área de estudio, para ello utilizó imágenes de la misión Landsat de la NASA (National Aeronautics and Space), la cual posee una base de datos que para la Región de Magallanes y la Antártica Chilena puede ir, aproximadamente, desde el año 1978 hasta la fecha con una periodicidad de revisita de 16 días. En este estudio se evaluó el periodo comprendido entre el año 2004 y

el 2018, esto debido principalmente a que en fechas anteriores no se encontraron datos libres de nubes, una de las complicaciones más importantes a la hora de utilizar PR óptica en esta región subantártica. La exactitud de la clasificación de superficie afectada por *H. pilosella* para el año 2018 en este estudio indicó exactitudes de un 84 % y la superficie con presencia de la especie invasora corresponde a un 49 % de la superficie total (Figura 4), muy cercana a la estimación realizada por Reyes et al. (2017). En las estimaciones de años anteriores no se evaluó la exactitud, ya que no se tenían registros históricos de la presencia de la especie.

Figura 4. Estimación de áreas infestadas por *Hieracium pilosella* según año.



Considerando las superficies de *H. pilosella* obtenidas, Montecinos (2018) calculó la tasa de crecimiento de la especie en el área de estudio para el periodo bajo análisis, obteniendo una tasa de 63 ha / año (± 15 ha). Cabe destacar que esta tasa de crecimiento sólo aplica para el predio bajo estudio y con un nivel de infestación determinado.

niendo una tasa de 63 ha / año (± 15 ha). Cabe destacar que esta tasa de crecimiento sólo aplica para el predio bajo estudio y con un nivel de infestación determinado.

MÉTODOS DE CONTROL 4

Se estima que desde la colonización de la especie hasta que se transforma en una maleza problemática pueden pasar entre 30 y 50 años. Si bien hay diferentes métodos de control, la prevención es la manera más eficiente y menos costosa de resolver el problema, por lo cual algunas acciones generales a seguir son el evitar el sobre pastoreo, la sobre extracción de los nutrientes del

suelo sin la reposición de los mismos, y la erosión.

El método de control más adecuado es la gestión integrada, es decir, integrar múltiples procedimientos de manejo, dentro de los cuales se encuentra el control químico, biológico, mecánico y cultural (aumentar la fertilidad del suelo, siembra y otras prácticas que disminuyan la cobertura de la maleza).

4.1 CONTROL BIOLÓGICO

En Nueva Zelanda, *H. pilosella* presenta igual comportamiento invasor que en Magallanes, donde ha reducido hasta un 80% la producción en sectores de coironales. Consecuencia de lo anterior, dicho país ha investigado y aplicado una modalidad sustentable de control, que corresponde al control biológico clásico, es decir, la búsqueda de enemigos naturales en su lugar de origen (Europa), para su posterior introducción en los lugares invadidos, previas pruebas que permitan asegurar que las liberaciones son seguras y específicas

para la maleza objetivo. Dentro de estos controladores podemos encontrar insectos, hongos parásitos o micorrizas que apoyan el crecimiento de las especies naturalizadas. Las ventajas de este método biológico, en comparación con otros métodos de control de malezas (mecánicos, químicos, culturales), son principalmente su bajo costo económico, su alto valor ambiental y la posibilidad de combatir el problema en sectores de la pradera donde los otros métodos no son viables.

Smith (2007) en el Landcare Research de Nueva Zelanda trabajó con cinco especies de insectos y un hongo:

- Las moscas *Cheilosia urbana* (ataca la raíz) y *Chelosia psilophalma* (ataca la corona) son nativas de Europa, la primera *Cheilosia urbana*, deposita sus larvas

en la raíz de las cuales se alimenta, en cambio *Chelosia psilophalma* deposita sus larvas en el centro de las rosetas, bases de los estolones y en las axilas de las hojas, alimentándose de ellas y retardando su crecimiento.

- ***Macrolabis pilosellae***, es un insecto nativo del norte de Europa, forma agallas que reducen la cantidad de nutrientes disponibles para el crecimiento normal de las plantas, por lo que se ven afectadas y es probable que produzcan menos flores y estolones.
- ***Aulacidea subterminalis***, es un insecto nativo del norte de Europa, las plantas con este insecto presentan un menor desarrollo de los estolones, lo que reduce su capacidad de propagación.
- ***Oxyptilus pilosellae***, es un insecto nativo de Europa, las orugas de este insecto dañan las plantas de *H. pilosella* al alimentarse de las yemas centrales, las coronas de las raíces, hojas y estolones, las plantas crecen menos y producen menos flores, e incluso pueden morir.
- ***Puccinia hieracci***, es un hongo que se alimenta y crece dentro de las hojas. Solo puede desarrollarse en tejido vivo, un estudio de campo ha sugerido que el crecimiento de plantas infectadas con este hongo se ve reducido entre un 10 y un 20%, el hongo se desempeña mejor en condiciones húmedas, pero su impacto puede ser aún mayor en condiciones de sequía.

En Magallanes, el año 2003 el SAG accedió a presupuesto del Fondo de Desarrollo de Magallanes (FONDEMA), para ejecutar entre los años 2004 y 2006, la introducción de *Macrolabis pilosellae* (Binnie) y *Aulacidea subterminalis* (Niblett), por su especificidad con la especie *H. pilosella*, según estudios realizados por el CABI Research en Suiza y por Lindsay Smith del Landcare Research de Nueva Zelanda.

A. subterminalis, fue importada desde Nueva Zelanda e ingresada a la Esta-

ción Cuarentenaria SAG Lo Aguirre en dos oportunidades (2004 y 2008), ya que el primer ingreso de 100 agallas no fue exitoso, por problemas de manejo en la cuarentena y pruebas de especificidad de la misma, con este insecto no se obtuvieron resultados satisfactorios respecto a su masificación y evaluación de daños, motivo por el cual se deben realizar nuevos intentos, no descartándose una nueva introducción como agente complementario de control en *H. pilosella*. En el primer ingreso de este biocon-

trolador se logró sólo un 10% de efectividad en la creación de agallas sobre plantas de *H. pilosella*, bajo condiciones de invernadero, en la segunda introducción (2008), esta eficiencia aumentó al doble (20%), sin embargo, esto también fue considerado una baja eficiencia como biocontrolador. El año 2009 se obtuvo emergencia de adultos, pero no hubo colonización en la maleza objetivo, las dificultades en la propagación de este insecto en su esencia corresponden a insuficientes conocimientos respecto de su biología y a la dificultad de ajustarse a las condiciones para permitir su proceso de partenogénesis telitóquica (tipo de reproducción por partenogénesis donde todos los descendientes son hembras). Por otra parte, *M. pilosellae* también fue importada desde Nueva Zelanda e ingresada a la Estación Cuarentena-

ria SAG en el año 2006, al igual que *A. subterminalis* fue sometido a un periodo de cuarentena por un año. En su primer periodo de crianza en invernadero, en el año 2006, se obtuvo una efectividad de 45 %, en la formación de agallas, para aumentar su eficiencia en la actualidad a un 95% con 3 a 4 generaciones al año.a

Hay que tener en cuenta que en general los controladores biológicos, demoran décadas antes de poder alcanzar su máximo potencial, sobretodo en ecosistemas donde las duras condiciones ambientales hacen que los procesos biológicos sean más lentos. Pero en un sentido estrictamente ecológico, la aplicación de esta metodología de control puede ser considerada una estrategia válida para restaurar la biodiversidad en ecosistemas agrícolas.

4.2 CONTROL QUÍMICO

H. pilosella se puede controlar con diferentes herbicidas de hoja ancha, tales como Picloram, Clopyralid, Dicamba, 2,4 D y MCPA entre otros.

En el año 2000 hasta el 2001 se realizó en estancia Herminita, ubicada a 10 km al sur de Punta Arenas, un ensayo con distintos tipos de herbicida, solos y en mezcla, en parcelas subdivididas con dos tratamientos (0 y 60 kg N ha⁻¹).

Como se puede observar en la tabla 4, todos los herbicidas lograron controlar el crecimiento de *H. pilosella*, independiente de la adición de nitrógeno, destacando el uso de 2,4-D en mezcla con Picloram (99,6 y 149,4g), Clopyralid (122,7g) y Dicamba (120g), porque permiten un aumento del porcentaje de cobertura y/o biomasa de las principales especies gramíneas.

Tabla 4. Biomasa total de las especies vegetales presentes para diferentes tratamientos de herbicida y dos tratamientos de fertilización (0 y 60 kg N ha⁻¹).

Subtratamientos ▼	BIOMASA TOTAL (kg MS ha ⁻¹)			
	<i>Hieracium pilosella</i>		Especies de la pradera	
	SFN	CFN	SFN	CFN
2,4-D (720g ha ⁻¹)	0,2 b	32,2 b	841 B	1.311 A
2,4-D (720g ha ⁻¹) + picloram (99,6g ha ⁻¹)	0,0 b	0,0 b	1.008	1.074
2,4-D (720g ha ⁻¹) + picloram (149,4g ha ⁻¹)	0,0 b	0,0 b	1.053	1.306
2,4-D (720g ha ⁻¹) + clopyralid (81,8g ha ⁻¹)	0,0 b	3,0 b	764	1.021
2,4-D (720g ha ⁻¹) + clopyralid (122,7g ha ⁻¹)	0,0 b	5,0 b	1.012	1.218
2,4-D (720g ha ⁻¹) + dicamba (120g ha ⁻¹)	0,0 b	16,8 b	1.316	1.301
2,4-D (1440g ha ⁻¹)	0,5 b	0,0 b	657	1.141
Picloram (99,6g ha ⁻¹) + clopyralid (81,8g ha ⁻¹)	0,0 b	0,0 b	680	1.093
Picloram (99,6g ha ⁻¹) - clopyralid (122,7g ha ⁻¹)	0,0 b	0,0 b	618 B	1.233 A
Picloram (99,6g ha ⁻¹) + dicamba (120g ha ⁻¹)	0,0 b	0,0 b	742	967
Picloram (99,6g ha ⁻¹)	0,0 b	0,0 b	492 B	1.184 A
Picloram (149,4g ha ⁻¹)	0,0 b	0,0 b	485 B	1.053 A
Testigo sin control químico	56,7 a	208,3 a	899 B	2.175 A

Nota: SFN, tratamiento sin fertilización nitrogenada; CFN, tratamiento con fertilización nitrogenada (60 kg N ha⁻¹). Letras minúsculas en la columna y mayúsculas en la fila indican diferencias estadísticas significativas (test de Tukey con un p-valor de 0,05). Para la fila las diferencias estadísticas se analizaron para la aplicación de N en *H. pilosella*, como también para las especies de la pradera. Donde no se presentan letras implica que no hubo diferencias estadísticas.

Fuente: Adaptado de Fuentes et al. (2002).

Estudios realizados en estancia Despedida ubicada en Tierra del Fuego (República Argentina), en un potrero ubicado sobre una ladera orientada hacia el noreste en la que *H. pilosella* era la especie dominante con un 47% de la superficie, se aplicaron dos trata-

mientos con 2,4 DB ester con la misma dosis 2,3 l ha⁻¹. Producto de la aplicación, la especie disminuyó más del 40%, no habiendo diferencias estadísticas significativas entre estos herbicidas. Características del suelo donde se realizó el ensayo se detallan en la tabla 5.

Tabla 5. Condiciones de suelo en las distintas estancias estudiadas.

	Estancia Despedida	Estancia Sara
Tipo de suelo	Franco-arenoso	Franco-arenoso
pH	6,08	6,17
Materia orgánica	6,3 %	7,8 %
C	3,15 %	3,91 %
N	0,28 %	0,35 %
P	4,26 ppm	4,31ppm
C/N	11,25	11,17
Conductividad eléctrica	0,14 dS m ⁻¹	0,14 dS m ⁻¹

Fuente: Cabeza et al. (2011).

Por otra parte, en estancia Sara (República Argentina, Tierra del Fuego), en un potrero de aguante plano con manchones aislados de coirón, donde los pastos cortos fueron reemplazados por *H. pilosella* llegando a una cobertura del 68%, las características del suelo fueron muy similares al de la estancia Despedida (ver información contenida

en tabla 5), Se aplicó un tratamiento con 2,4DB éster 1,5 l ha⁻¹, aunque las dosis del herbicida y las condiciones de aplicación fueron diferentes, los resultados obtenidos en la pradera fueron similares en ambas estancias. *H. pilosella* disminuyó su cobertura a valores muy bajos (3-5%) a los 4 meses de aplicado el herbicida. Luego de 16 meses

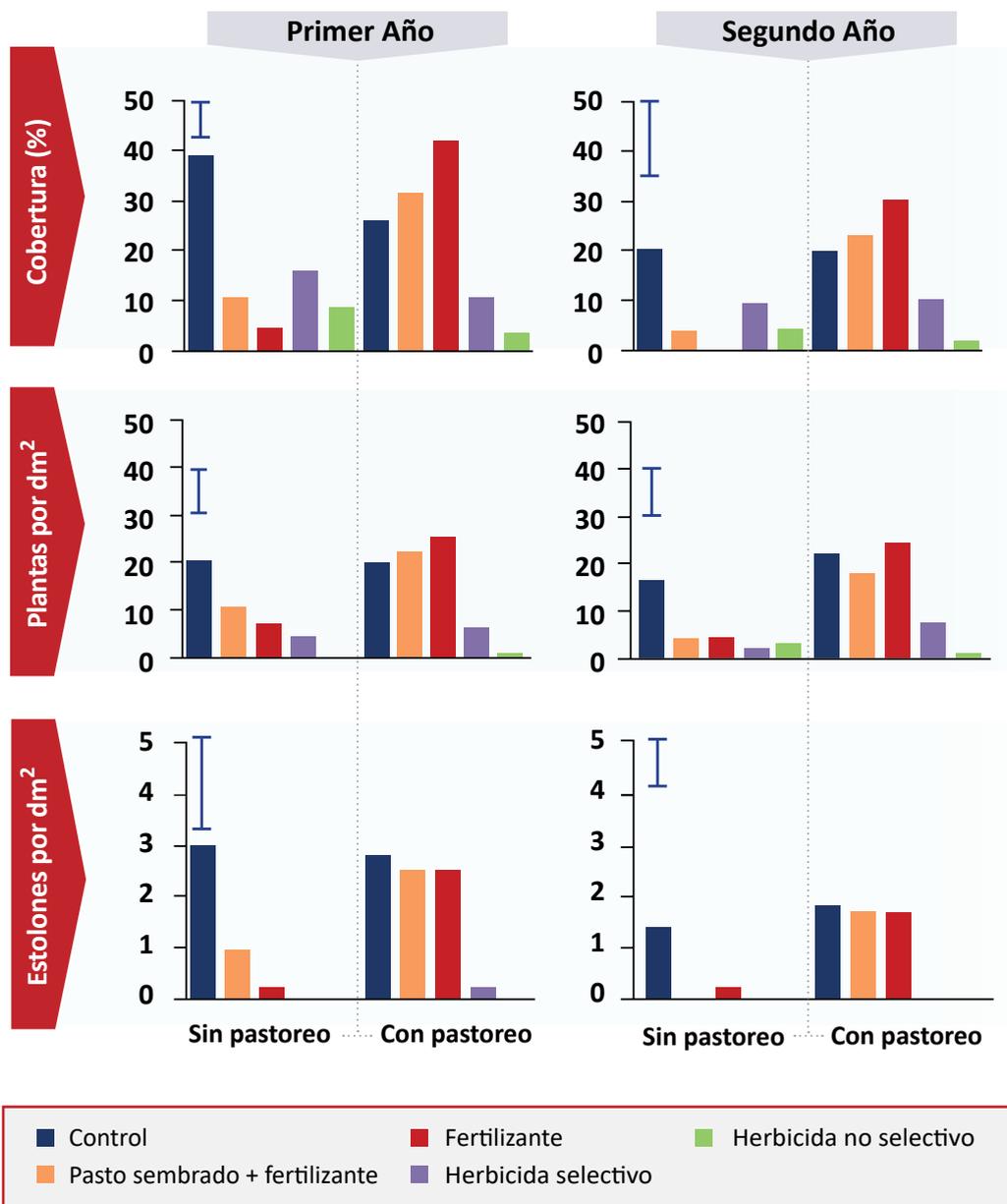
se observó un rebrote de la maleza alcanzando el 7% en Sara y el 14% en la estancia Despedida. Mientras que los pastos cortos aumentaron su cobertura en las parcelas tratadas superando el 50% en todos los casos. Todos los tratamientos recibieron dosis distintas de fertilizantes (87,3 - 204 kg ha⁻¹ de Fosfato Diamónico), pero no se observó una respuesta diferente entre los tratamientos, la producción de biomasa fue mayor en los tratamientos que en el testigo, pero entre los tratamientos no se encontraron diferencias significativas.

Un estudio realizado en zona de estepa (Figura 5), en Tierra del Fuego (República Argentina), cuyo objetivo fue evaluar los efectos sobre la presencia de *H. pilosella*, producto de la generación de inter-siembras, aplicación de fertilizantes y herbicidas en combinación con la exclusión del ganado, mostró buenos resultados a corto plazo a pesar de que ninguno logró una erradicación total de la especie. Se utilizó un diseño de parcelas divididas al azar, con cuatro tratamien-

tos y el control: (i) control sin tratar, (ii) siembra en pasto (10:5:5 kg ha⁻¹, *Dactylis glomerata*: *Trifolium repens*: *Trifolium pratense*) + Fertilización NP con fosfato de amonio (200 kg ha⁻¹), (iii) Fertilización NP con fosfato de amonio (200 kg ha⁻¹), (iv) aplicación de herbicidas selectivos de hoja ancha [2,4 DB éster a 1,5 L ha⁻¹(93% ia)] y (v) aplicación de herbicida no selectiva [Glyphosatea 1 L ha⁻¹ (48% ia)].

Como resultado del ensayo mencionado, se comprobó que el uso de herbicidas selectivos y no selectivos reduce la cubierta de *H. pilosella* en un 63% en la primera temporada (Figuras 5 y 6), en comparación con los valores de control no tratado. Sin embargo, al segundo año sus efectos son distintos, el herbicida no selectivo aumento más de cinco veces la cantidad de suelo desnudo en las parcelas pastoreadas, en comparación con las parcelas sin pastorear, en cambio el herbicida selectivo mostró un aumento significativo en la cubierta forrajera.

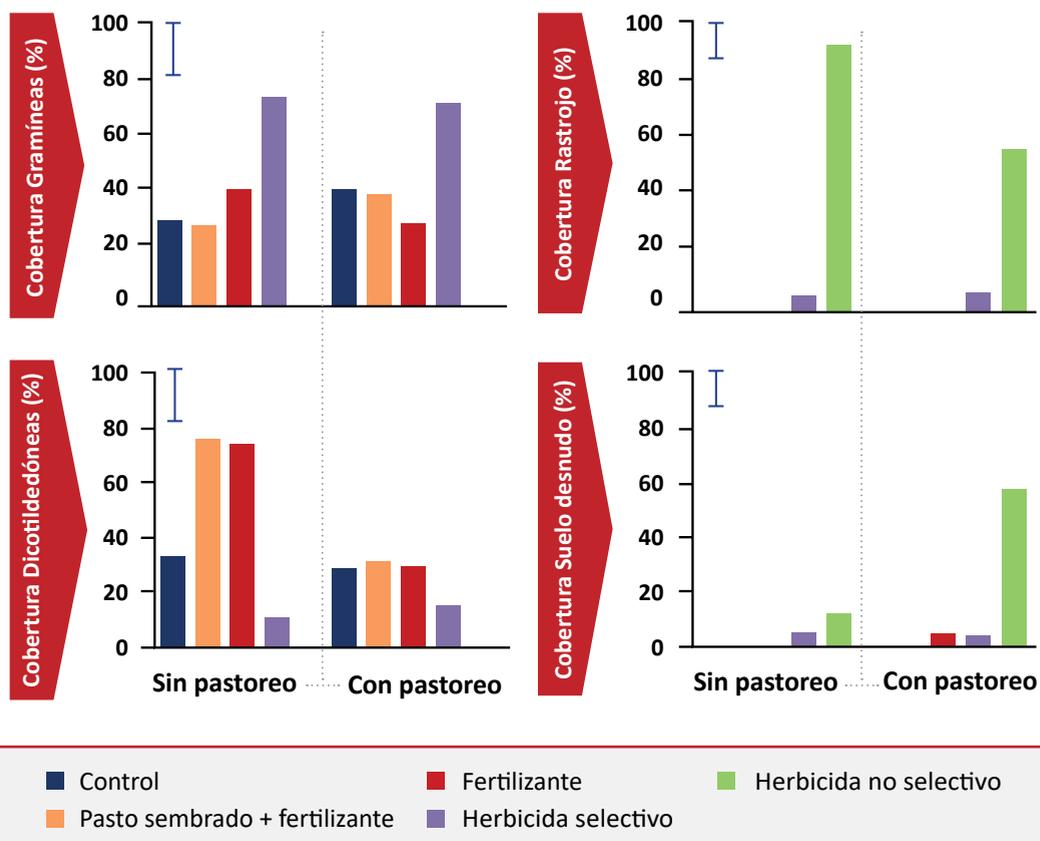
Figura 5. Evaluación de la cobertura de *Hieracium pilosella* por aplicación de tratamientos de pastoreo, herbicida y siembra.



Nota: Porcentaje de cobertura de *H. pilosella* (A, D), número de plantas clones (B, E) y estolones (C, F) de *H. pilosella*, en cinco tratamientos en parcelas con y sin pastar después del primer (A, B, C) y segundo (D, E, F) año del experimento. Las barras anchas indican las medias, mientras que la barra delgada vertical en la esquina superior izquierda de cada panel indica la dimensión para encontrar diferencias estadísticas con el test LSD (5%).

Fuente: Adaptado de Cipriotti et al. (2012).

Figura 6. Evaluación de la cobertura de gramíneas y dicotiledóneas por aplicación de tratamientos de pastoreo, herbicida y siembra.



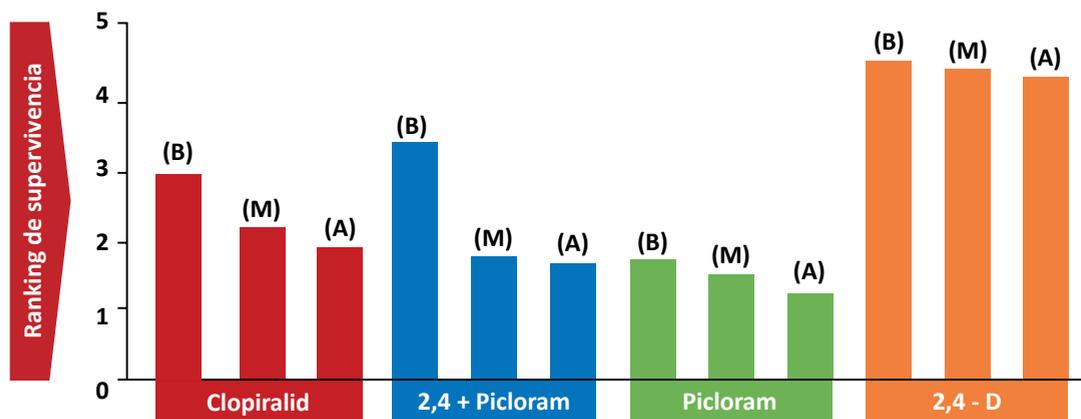
Nota: Cobertura porcentual de gramíneas (A), dicotiledóneas (B), rastrojo (C) y suelo desnudo (D) en cinco tratamientos en parcelas con y sin pastar después del segundo año de experimento (2007). Las barras anchas indican medias, mientras que la barra delgada vertical en la esquina superior izquierda de cada panel indican la dimensión para encontrar diferencias estadísticas con el test LSD (5%).

Fuente: Adaptado de Cipriotti et al. (2012).

En una evaluación realizada en la Región de Magallanes y Antártica Chilena (Figura 7), se probaron cuatro tratamientos con diferentes herbicidas y se comprobó que Picloram es el ingrediente activo más eficaz, lográndose la eliminación de la maleza. Por el contra-

rio, 2,4-D (aplicado solo) fue con el que menos resultados se obtuvieron. Además, en los resultados del estudio se informó que no se presentaron daños aparentes en gramíneas y solo parcial en leguminosas.

Figura 7. Supervivencia de *Hieracium pilosella* por aplicación de diferentes dosis de herbicidas.



Nota: Para cada herbicida se aplicaron las dosis Alta 20cc (A), Media 10cc (M), y Baja 5cc (B) diluidos en 10 litros de agua respectivamente. Ranking de supervivencia en que: 1. Muerte total; 2. Hojas muertas y estolones semi-secos; 3. Hojas muertas y estolones verdes; 4. Hojas y estolones dañados; 5. Hojas y estolones verdes.

En una aplicación de herbicidas a escala comercial en un predio en Tierra del Fuego (Imagen 7), se llevó a cabo un control químico mediante Picloram y

una solución de herbicidas en conjunto (Tabla 6), donde ambos potreros tuvieron un mismo manejo de pastoreo.

Fuente: Adaptado de Covacevich & Lira (1993).

Imagen 7. Estancia Quinta Esperanza, Tierra del Fuego.



aplicación de solución de herbicidas en noviembre del año 2018.

aplicación de herbicida Picloram en el año 2009.

Fotografía: Eduardo Taíra.

Tabla 6. Mezcla utilizada en conjunto el año 2018 en estancia Quinta Esperanza, Tierra del Fuego.

Herbicida	Dosis (cc ha ⁻¹)	Ingrediente activo	Dosis i.a. (cc ha ⁻¹)
Dash	120	Hidrocarburos de petróleo	39,06
		Esteres fosfatados	25,1
		Agentes coadyuvantes	54,6
Tordon24k	250	Picloram- potasio	69,6
Lontrel3A	150	Clopiralid- olamina	71,3
Silwet	25	Polioxietilen	21,4
Caimán	160 g ha ⁻¹	Dicamba- sodio	123,2

Nota: i.a.= Ingrediente activo.

Covacevich (2001) señala que el control químico de plagas en sistemas de producción extensivos es técnicamente posible pero económicamente poco rentable, debido a las grandes extensiones de terreno. Un problema de la aplicación de herbicidas en la región es el acarreo por el viento, ya que la solución de herbicida sale por la boquilla dividida en gotitas muy fi-

nas, que son fácilmente llevadas por el viento. Existen productos muy volátiles y otros poco volátiles, pero en todos existe el riesgo de que se dispersen por el viento. Como ejemplo, en el norte de México donde coexisten pastizales y siembras de algodón, se han registrado daños en estas siembras a más de 10 km de distancia de donde se aplicó 2,4 D por avión.

Imagen 8. Efecto de la aplicación de Picloram en una pradera invadida con *Hieracium pilosella* en Tierra del Fuego.



Fotografía: Sergio Radic.

con aplicación

sin aplicación

4.2.1. APOORTE DEL SISTEMA DE INCENTIVOS PARA LA SUSTENTABILIDAD AGROAMBIENTAL DE LOS SUELOS AGROPECUARIOS AL CONTROL DE *HIERACIUM PILOSELLA*

El Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD-S) corresponde a un programa del Ministerio de Agricultura, administrado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). Cuyo objetivo es fomentar la ejecución de prácticas determinadas, por parte de los productores agropecuarios, a través de la asignación de incentivos por medio de concursos públicos, con un porcentaje de bonificación de los costos netos de hasta 90, 70 o 50% (de acuerdo a la tabla anual de costos), según se trate de pequeños, medianos o grandes productores agrícolas, respectivamente.

Este programa considera, entre otros subprogramas la eliminación, limpieza o confinamiento de impedimentos físicos y, específicamente, la práctica control de *Hieracium sp.* y *Cirsium sp.* En la tabla 7 se muestra el valor asociado a esta labor, para los efectos del SIRSD-S. El objetivo principal de esta labor es controlar malezas en forma localizada, para frenar su propagación y en las especificaciones técnicas se indica que para los casos en los que la densidad de la maleza es muy alta (superior a 10%) se recomienda agregar la labor de regeneración de praderas con maquinaria especializada. Además, se considera la aplicación manual de herbicida a toda la superficie, evitando sectores con abundante forraje natural.

Tabla 7. Prácticas de recuperación eliminación, limpieza o confinamiento de impedimentos físicos o químicos ($\$ \text{ha}^{-1}$) para el año 2018.

Tipo de práctica	PROVINCIA	
	Magallanes	T. Fuego- U. Esperanza
Control de <i>Hieracium sp.</i> y <i>Cirsium Sp.</i>	52.728	58.001

Fuente: Adaptado de Decreto Supremo 109 / 2018, que establece tabla de costos para el año 2018, que fija los valores de las actividades que se bonificarán en el marco del Sistema de Incentivo para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios.

Para determinar la elección del herbicida a utilizar, esto dependerá de la disponibilidad en el mercado y el precio.

En la tabla 8 se detallan los herbicidas selectivos que se encuentran disponibles en la ciudad de Punta Arenas.

Tabla 8. Herbicidas del mercado regional para el control químico de *Hieracium pilosella*, precios obtenidos para Punta Arenas año 2019.

HERBICIDA	INGREDIENTE ACTIVO	P/V	PRECIO / LITRO
Twin 24	Picloram - Potasio	27,8	37.100
Arco 2,4 480 LS	2,4 Dimetilamonio	57,8	19.500
MCPA 750 SL	MCPA Dimetilamonio	95,0	17.500

Nota: P/V: = Porcentaje entre el peso del soluto y el volumen de la solución.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. CONTROL MECÁNICO

No es recomendable el control mecánico mediante arado u máquinas de rotor, debido a que *H. pilosella* es una especie perenne que se reproduce por estolones, donde las plantas cortadas responden generando tallos más cortos y floreciendo muy rápido nuevamente. Las plantas también incrementarán la producción por estolones, por lo cual el tamaño y la densidad de la infestación aumentarán. Como método de control, se ha discutido mucho si estas labores de cultivo son ventajosas, observacio-

nes hechas en la República Argentina han comprobado que la labor mecánica hace aflorar y facilita la germinación de semillas de *H. pilosella*.

Si queremos lograr un crecimiento sostenible, tenemos que encontrar puntos de equilibrio que favorezcan el desarrollo y mantención de los recursos naturales nativos, esto permitirá tomar acciones tempranas y establecer políticas correctas de prevención y control. La detección temprana, man

4.4. LABORES CULTURALES

Si queremos lograr un crecimiento sostenible, tenemos que encontrar puntos de equilibrio que favorezcan el desarrollo y mantención de los recursos naturales nativos, esto permitirá tomar acciones tempranas y establecer políticas correctas de prevención y control. La detección temprana, mantener

los pastizales en buen estado y cargas animales ajustadas, reduce sobre todo en la época de floración el avance de esta especie, ya que elimina los estolones más agresivos de los bordes de los manchones y reduce o elimina la diseminación de semillas.

4.4.1. PASTOREO

Un estudio de pastoreo en *H. pilosella*, mostró que el 74% de las hojas evidenció signos de consumo de ovinos o animales silvestres y se pudo apreciar visualmente que las flores son apetecidas por el ganado. Como resultado de esto, la planta modifica su hábito

de crecimiento el que se hace más prostrado y con hojas más cortas. En INIA Kampenaike durante las temporadas 2004 y 2005, se utilizaron cuatro tratamientos distintos con diferentes tipos de cargas animales y dos tipos de exclusión (Tabla 9).

Tabla 9. Crecimiento medio por roseta con medición quincenal del 10/11/04 al 16/02/05.

	N° estolones	cm estolón	N° flores	cm/ tallo	N° semillas/flor
CAe	0,4 b	1,9 b	0,2 b	1,1 b	66
CAm	0,2 b	0,7 b	0,1 b	0,7 b	63
CAp	0,7 ab	2,0 ab	0,4 ab	2,0 b	56
CMm	0,2 b	0,8 b	0,2 b	1,1 b	56
CMp	0,4 b	1,1 b	0,2 b	1,1 b	64
CO	0,8 a	3,7 a	0,7 a	6,5 a	-

Nota: Carga alta (CA), carga media (CM), exclusión en CA a partir de la primera temporada (CAe), exclusión total por más de 20 años (CO), rosetas aisladas o “pioneras” (p), rosetas en manchones (m). Letras minúsculas en la columna indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (p -valor < 0,05).

Fuente: Adaptado de Covacevich & Cárdenas (2005).

Como se puede observar en la tabla 9, se midió cada 15 días la cantidad y elongación de estolones, además de tallos florales, número de flores por cabezuela y número de semillas por flor. Como resultado se puede mencionar que las plantas que crecen sin ninguna presión de pastoreo (CO) producen más estolones y flores, además de tallos más largos, seguidas por las rosetas pioneras de la carga alta (CAp), el

pastoreo en época de floración, disminuye el avance de los manchones al eliminar los estolones que se encuentran en el borde, como también reduce la diseminación de la semilla.

Como podemos ver en la tabla 10, un análisis químico realizado a muestras vegetales de *H. pilosella*, determinó las distintas concentraciones de Ca, Mg, K, P y N existentes en cada parte de la planta (parte aérea, follaje muerto y

raíces), además de las concentraciones de estos elementos en la biomasa total, en dos tratamientos distintos: con y sin pastoreo. Los resultados indicaron que para biomasa total hubo diferen-

cias estadísticas significativas para Ca, Mg, K y P, presentando una mayor concentración de nutrientes las plantas no pastoreadas que las pastoreadas.

Tabla 10. Resultado de análisis químico de distintas partes de la planta de *Hieracium pilosella*, obtenidas en sectores con y sin pastoreo.

Elemento	Parte de la planta	Concentración (Kg ha ⁻¹)		d.e.	Significancia (p-valor<)
		Pastoreado	No pastoreado		
Ca	Parte aérea	15	22	4,0	N.S
	Follaje muerto	15	35	3,0	0,05
	Raíces	26	44	6,0	N.S
Mg	Parte aérea	3,6	7,2	1,0	N.S
	Follaje muerto	3,7	6,8	0,3	0,05
	Raíces	4,9	9,6	0,4	0,01
K	Parte aérea	20	54	13	N.S
	Follaje muerto	5,5	9,1	0,8	0,05
	Raíces	22	40	2,0	0,01
P	Parte aérea	4,0	8,8	2,3	N.S
	Follaje muerto	3,4	5,1	0,3	0,05
	Raíces	6,1	9,2	0,1	0,001
N	Parte aérea	23	34	12,8	N.S
	Follaje muerto	21	34	1,0	0,01
	Raíces	21	30	5,0	N.S
Ca	Toda la biomasa	56	102	5,0	0,05
Mg	Toda la biomasa	12	24	1,0	0,01
K	Toda la biomasa	48	104	12	0,05
P	Toda la biomasa	16	23	2.0	0,05
N	Toda la biomasa	65	98	10	N.S

Nota: d.e.= Desviación estándar. N.S= No significativo entre pastoreado y no pastoreado para cada fila evaluada.

Fuente: Adaptado de Mcintosh & Allen (1998).



Fotografía: Sergio Radic.

Hieracium pilosella en un potrero de aguante

Pradera naturalizada

4.4.2. FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS

La fertilización y regeneración de especies que compitan en praderas dominadas por *H. pilosella* tiene un buen control sobre esta especie, siempre que se realice fertilizaciones de mantenimiento de la pradera establecida y no exista sobrepastoreo. Teniendo claro lo anterior, existen diferencias en la composición química de los suelos bajo las comunidades vegetales existentes en la región, por lo cual las dosis de fertilización a utilizar serán diferentes de acuerdo a lo que indique el análisis de suelo respectivo que se debe realizar. Según muestran algunas experiencias

regionales los suelos de coironal del área de Magallanes responden principalmente a la fertilización nitrogenada, y la combinación de nitrógeno y fósforo. Mientras que en suelos ácidos, es recomendable utilizar el superfosfato triple como fuente de fósforo, el cual debería aplicarse en combinación con una fuente de nitrógeno.

En una evaluación realizada en Nueva Zelanda mostró que cuando se aplican altas dosis de nitrógeno, *H. pilosella* crece más vigorosa (Tabla 11), haciendo a la planta potencialmente más susceptibles al pastoreo y pisoteo.

Tabla 11. Efecto de las diferentes dosis de nitrógeno, realizadas con pulverizador sobre el vigor de *Hieracium pilosella*.

Medición de crecimiento	Dosis de Nitrógeno (Kg ha ⁻¹)		
	0	20	100
Puntuación de vigor (0 - 3)			
Primer mes	1,6 c	1,8 b	2,3 a
Segundo mes	1,2 b	1,4 b	2,3 a
Hojas nuevas / rosetas			
Primer mes	1,7 c	2,1 b	3,3 a

Letras minúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre dosis de nitrógeno para cada fila, utilizando un test de comparaciones múltiples (LSD al 5%).

Fuente: Adaptado de Scott & Jenkins (2006).

En la tabla 12 se puede ver los resultados de una evaluación realizada en el mismo estudio mencionado anteriormente, en el que se determinó la composición vegetal, posterior a la aplicación de distintas dosis y tipos de fertilizantes nitrogenados. Para esto se utilizó un ranking visual de abundancia, propuesto por Scott (1989), donde se le asigna un valor de 1 a las especies más abundantes en términos de biomasa, a la segunda más abundante un valor de 2 y sucesivamente hasta llegar a un valor de 10. Los resultados indi-

caron que existen diferencias significativas (LSD 5%) en la abundancia de *H. pilosella* según el tipo de fertilizante nitrogenado utilizado, así como también en las dosis de nitrógeno, sobre todo cuando se aumenta la dosis de 20 a 100 kg por hectárea. Todas las combinaciones de distintos fertilizantes que contienen nitrógeno (Fosfato diamónico, Fosfato monoamónico, Sulfato de amonio, Nitrato de calcio y Urea) indicaron una respuesta positiva en la evaluación de vigor y producción de hojas de *H. pilosella*.

Tabla 12. Ranking de abundancia de especies, según los distintos tipos y dosis de fertilizantes nitrogenados utilizados.

	H. pil	F. nz	P. col	A. odo	A. cap
Dosis Nitrógeno					
100	2,6	2,8	5,2	4,3	3,2
20	1,4	2,4	7,2	5,2	4,3
0	1,1	2,1	7,5	6,0	5,3
LSD 5%	0,20	0,25	0,46	0,39	0,43
Tipo de fertilizante N					
DAP	2,0	3,7	6,2	4,0	3,5
MAP	3,2	2,6	5,8	4,0	6,1
AS	2,6	2,6	6,3	3,5	3,6
CAN	1,5	2,6	6,8	6,2	2,8
CN	1,6	2,7	5,8	5,7	2,9
UR	1,2	2,6	6,6	4,8	3,7
Nil	1,1	2,1	7,5	6,0	5,3
LSD 5%	0,29	0,58	0,88	0,56	0,63

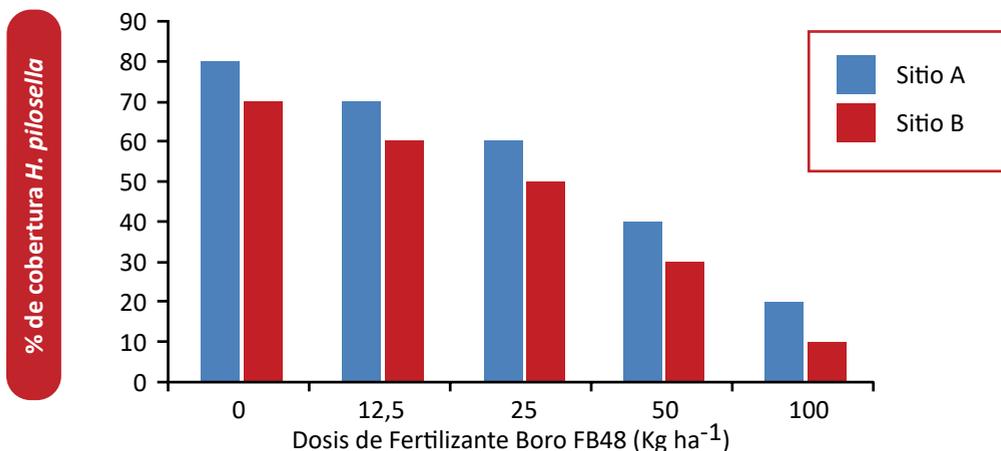
Nota: Ranking de abundancia en términos de biomasa que va de 1 a 10, siendo 1 la especie de mayor abundancia y 10 la de menor abundancia. Medio de tratamiento del rango de abundancia de cinco especies principales sobre 12 años. DAP = Fosfato de di-amonio, MAP = Fosfato de mono-amonio, AS = Sulfato de amonio, CAN = Nitrato de amonio y calcio, CN = Nitrato de calcio, y UR = Urea. H. pil = *Hieracium pilosella*; F. nz = *Festuca neozelandesa*; P. col = *Poa colensoi*; A. odo = *Anthoxanthum odoratum*; A. cap = *Agrostis capilaris*.

Fuente: Adaptado de Scott & Jenkins (2006).

En otras evaluaciones realizadas se probó el efecto del Boro sobre *H. pilosella*, y se encontró que a medida que aumenta la dosis (0 - 12,5 - 25 - 50 y 100 Kg ha⁻¹ de fertilizante Borato EB48),

disminuye el porcentaje de cobertura de la especie (Figura 8). El ensayo se llevó a cabo en dos sitios de Nueva Zelanda donde el porcentaje inicial de cobertura para cada sitio fue diferente.

Figura 8. Efecto de la aplicación de Boro en el porcentaje de cobertura de *H.pilosella*.

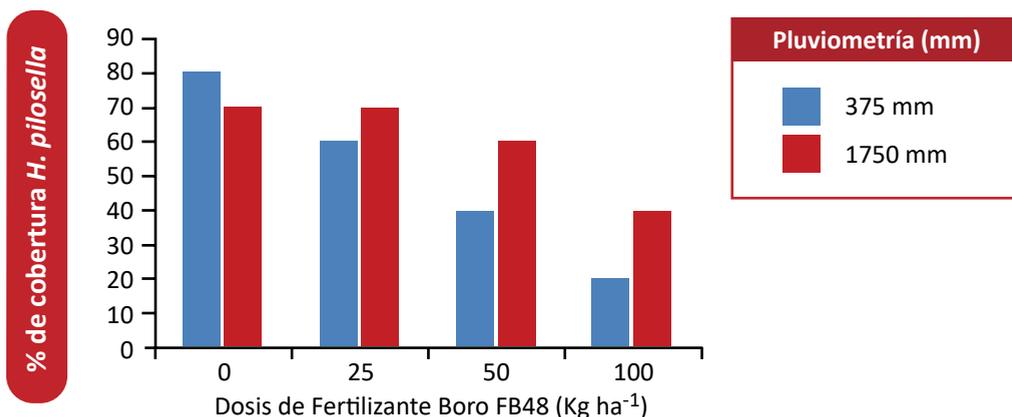


Fuente: Adaptado de Miller (1994).

Como se puede ver en la figura 9, el aumento de la dosis de Boro disminuyó la cobertura de *H. pilosella*. Pero al evaluar la pluviometría por sitio, a medida

que esta es mayor, el porcentaje de cobertura de *H. pilosella* no decrece tan marcadamente como en el área de menor precipitación.

Figura 9. Efecto de la aplicación de boro en el porcentaje de cobertura de *Hieracium pilosella* en un sitio de baja precipitación (375 mm año⁻¹) y un sitio de alta precipitación (1.750 mm año⁻¹).

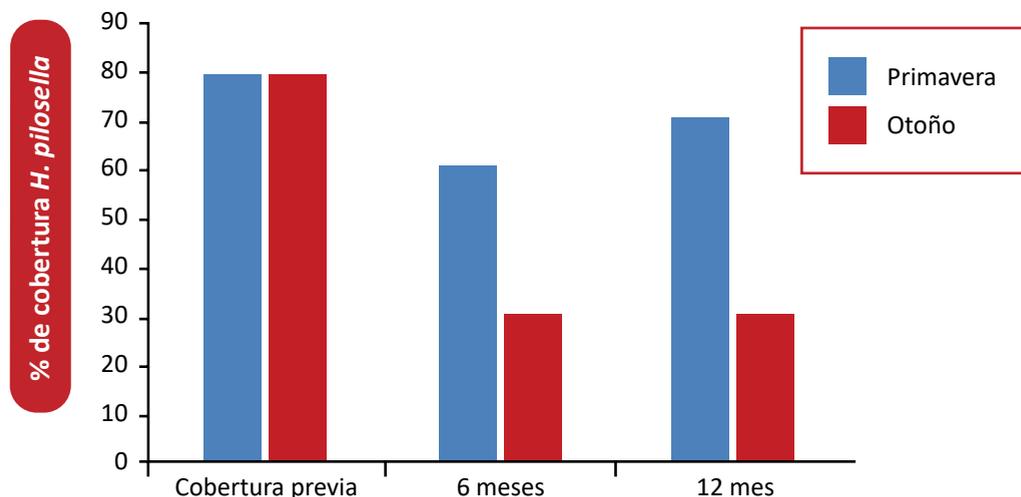


Fuente: Adaptado de Miller (1994).

En el mismo ensayo se realizó fertilización con Boro en distintas estaciones del año, los resultados de estas

aplicaciones en primavera no tuvieron un efecto marcado como fue la aplicación de otoño (Figura 10).

Figura 10. Efecto del tiempo de aplicación de 50 kg ha⁻¹ de fertilizante Borato FB48 en el porcentaje de cobertura de *Hieracium pilosella*.



Fuente: Adaptado de Miller (1994).

En la misma investigación se indica que la cantidad de boro requerida para control de *H. pilosella* también causaría problemas de toxicidad para otras plantas, pero *H. pilosella* mostró menos tolerancia al boro que la mayoría de las plantas residentes como introducidas.

En relación al cambio de las condiciones químicas del suelo producto de la cobertura de *H. pilosella*, es conocido su efecto para acidificar el sector donde presenta mayor densidad, por lo cual la aplicación de enmiendas calcáreas puede disminuir la acidez del sitio afectado. Una de las formas de aumentar el pH del suelo es por me-

dio de la aplicación de alguna enmienda que contenga carbonato de calcio (CaCO₃). Para calcular la dosis de Cal se debe considerar el pH (al agua) actual del suelo y el pH al cual queremos llegar, además de la capacidad tampón, la cual es una capacidad específica de cada tipo de suelo. Para Magallanes, el SIRSD-S utiliza normalmente el valor 0,1 como capacidad tampón. Es decir, para subir el pH de 5,5 a 5,8 se requeriría aplicar del orden de 3.000 kg de CaCO₃ ha⁻¹. Por otro lado, utilizando las capacidades tampón de Rodríguez et al. (2001) según los tipos de suelo indicados, la capacidad más apropiada para Magallanes sería de 0,2.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL 5

H. pilosella presenta distintos valores nutricionales dependiendo de su estado fenológico. El mayor contenido de proteína cruda se encuentra en el estado de floración en la flor y en el botón floral. Mientras que la digestibilidad de la materia seca y energía metabolizable, fue similar en todos los estados evaluados, sin embargo, existió una tendencia a un mayor porcentaje en las hojas previo a la floración de la planta (Tabla 13).

Tabla 13. Valor nutritivo de partes de la planta de *Hieracium pilosella* según estado fenológico.

Parte planta	Estado	Cen. (%)	P.C. (%)	DMS (%)	EM (Mcal/kg)	FDN (%)
Hojas	Floración	10,1	6,5	87,8	2,86	30,4
Hojas	Botón	8,2	5,8	89,4	2,94	24,1
Hojas	Sin reproducción	8,0	6,6	89,1	2,92	30,5
Flor y botón	Floración	7,6	8,2	87,5	2,90	28,4

Nota: Cen.= cenizas; P.C.= proteína cruda; DMS= digestibilidad materia seca; EM= energía metabolizable; FDN= fibra detergente neutra.

Fuente: Adaptado de Covacevich & Cardenas (2005).

Resultados similares fueron encontrados por el SAG (2011), donde *H. pilosella* en flor presentó 8,1% de proteína cruda, un porcentaje de digestibilidad de 81,7% y de energía 11,18 Mj EM Kg⁻¹ MS.

Por otra parte, en la tabla 14 se muestra un análisis químico realizado a la

materia seca de *H. pilosella*, donde en el interior del parche la biomasa total fue un 87% superior que en el área circundante, además el contenido de nutrientes fue mayor al interior de los parches para el caso de P, Ca y K, mientras que el contenido de N y S fue similar.

Tabla 14. Contenido de materia seca y nutrientes (Kg ha^{-1} ; desviación estándar) en la biomasa de *Hieracium pilosella* encontrada en los parches y el pasto circundante.

	Parche <i>H. pilosella</i>		Alrededores parche		Biomasa total	
	Parte aérea	Raíces	Parte aérea	Raíces	Parche pilosella	Alrededores parche
MS	1679 ± 88	2664 ± 104	828 ± 178	1507 ± 330	4323	2335
N	28 ± 2,1	23 ± 8,0	17 ± 3,1	16 ± 0,6	51	33
P	6,5 ± 0,6	4,7 ± 0,1	2,0 ± 0,4	2,7 ± 0,5	11,2	4,7
S	1,7 ± 0,1	1,7 ± 0,3	1,1 ± 2,1	1,6 ± 0,2	3,4	2,6
Ca	21 ± 0,7	21 ± 1,4	8,4 ± 2,1	8,5 ± 0,1	42	17
K	37 ± 3,5	38 ± 2,1	14,0 ± 4,2	10 ± 1,9	74	24
Mg	7,0 ± 0,4	4,1 ± 0,3	2,8 ± 0,1	2,3 ± 0,1	10,9	5,1

Nota: MS= Materia seca.

Fuente: Adaptado de Mcintosh et al. (1995).

RECOMENDACIONES 6

PARA EL CONTROL DE *HERACIUM PILOSELLA* EN LA REGIÓN DE MAGALLANES Y ANTÁRTICA CHILENA

H. pilosella es una maleza importante que se ha extendido ampliamente en las últimas décadas en la región, se establece en praderas donde la fertilidad es de moderada a baja, no tolera agua en la cercanía de la superficie, por lo que necesita suelos bien drenados, además, su crecimiento postrado hace que tenga bajos rendimientos. También, tiene una gran capacidad competitiva con otras especies lo que hace que la pradera se torne poco diversa, incluso como se mostró en la fotografía 4a, puede invadir superficies de otras

especies calificadas de malezas como la murtilla (*Empetrum rubrum*), de esta manera limita el total del alimento disponible para los animales.

Por lo anterior, hay que poner especial atención en la conservación y el buen estado de las praderas, ya que esta especie invade principalmente praderas degradadas. Muestra de ello es que los sectores más afectados en la región, son la mayoría de los lugares en donde se ha desarrollado la ganadería por un tiempo prolongado, existiendo una

gran cantidad de extracción de nutrientes sin la debida reposición de estos elementos al suelo.

La erradicación total de esta especie en la región es desde muy compleja a imposible y ello se debe principalmente a las características biológicas de la maleza, producto de su gran potencial de reproducción vegetativa, agresividad, efectos alelopáticos y capacidad para colonizar nuevos territorios mediante la dispersión de semillas a grandes distancias. Junto con lo anterior, se torna aún más complejo el manejo de esta especie por las condiciones climáticas extremas y la gran superficie de la Región, en un escenario en donde predomina el desarrollo de actividades productivas extractivas. De acuerdo a esto, el objetivo es maximizar el control y minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales negativos. Por tal motivo, se deben buscar mecanismos de prevención, donde el control integrado de esta maleza aparece como la sugerencia más adecuada, considerándose para estos efectos el control biológico, químico, mecánico y cultural (siembras, fertilización y pastoreo, como los principales).

Los programas de control biológico son una alternativa a utilizar, ya que en sectores con pendientes o de difícil acceso

los otros métodos no son viables para combatir el problema, además de la ventaja de no generar perjuicios al medio ambiente, ser un método de amplia cobertura, el más barato una vez establecido el controlador y autosustentable en el tiempo.

El uso de datos satelitales y programas SIG permiten monitorear el grado de cobertura de *H. pilosella* y su evolución temporal, estimar las superficies afectadas y entender el estado de avance y nivel de gravedad de la invasión de *H. pilosella* en la región, es muy importante con el fin de generar políticas de control y manejo adecuados. Pero independientemente de la estrategia de control que se pueda aplicar, el primer paso siempre será el diagnóstico del problema, es decir, saber dónde y cuanta es la superficie afectada, donde las tecnologías de la información geográfica son herramientas de primer orden para la toma de decisiones.

Por lo anterior, algunas consideraciones generales desde el punto de vista de política pública, como también recomendación para el productor que se podrían sugerir son:

RECOMENDACIONES PARA INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS PÚBLICAS

■ Generar estudios con datos actualizados, para dimensionar el valor económico y medio ambiental de *H. pilosella*, determinando primero una estimación de la superficie de cobertura.

■ Incluir a Chile en registros de especies invasoras como “por ejemplo” el de código abierto Invasive Species Compendium, que está diseñado para apoyar el trabajo de todos los que se enfrentan la identificación, prevención y gestión de especies invasoras.

■ Aumentar el puntaje adicional en los concursos del SIRSD-S para los Planes de Manejo que siembran en superficies que presentan sobre el 10 % de cobertura con *H. pilosella*.

■ Generar acuerdos binacionales con la Republica Argentina para poder generar una red de instituciones públicas que se articulen con el sector privado, para que de esta forma se pueda controlar esta especie.

■ Generar un programa regional de control de la especie, donde se realice un diagnóstico predial y se generen convenios de trabajo con productores para poder disminuir el daño ocasionado. Siguiendo un protocolo que incluya el conocimiento de la planta, la detección temprana de la especie, la existencia de recursos para controlarla de manera eficiente y la pro-actividad de los productores afectados, posterior a esto, incluir el seguimiento y monitoreo en campo de los predios donde se aplicaron medidas de control.

■ Es importante generar más investigación desarrollada a nivel local, para aumentar la información sobre el control de *H. pilosella* y validar experiencias internacionales bajo nuestras particulares condiciones climáticas, edáficas y productivas.

■ Se debiera considerar la necesidad de potenciar los diversos programas o investigaciones para el control de *H. pilosella* que se están desarrollando en las diferentes instituciones públicas del sector silvoagropecuario.

RECOMENDACIÓN AL PRODUCTOR

■ El control mecánico, como tratamiento único, mediante cualquier tipo de arado o máquina de rotor no es efectivo contra *H. pilosella*, porque las plantas cortadas responden enviando tallos más cortos y floreciendo muy rápido nuevamente, esto induce a que las plantas produzcan más estolones lo que intensifica el problema. La excepción a lo anterior, es la preparación de suelo para introducir especies competitivas, pero posterior a la eliminación de la maleza por medio del control químico.

■ Las plantas de *H. pilosella* que crecen sin ninguna presión de pastoreo producen más estolones y flores, por lo cual es más efectivo tener animales en pastoreo sobre los potreros infestados, que dejarlo descansar sin la aplicación de algún tratamiento.

■ La regeneración con especies forrajeras y/o la fertilización en praderas dominadas por *H. pilosella* puede controlar la maleza, y favorece el desarrollo de las especies naturalizadas más competitivas, pero implica mantener la fertilidad de esos suelos a través del tiempo.

■ Si posterior al diagnóstico predial se determina la utilización de herbicidas, evaluando previamente los costos de aplicación que ello implica, estos deberían ser utilizados en el periodo vegetativo de la planta. Además, es importante mencionar que el control químico debe acompañarse de medidas que tiendan a corregir las condiciones que hicieron posible el establecimiento de la maleza. También hay que considerar que su aplicación en la región tiene el inconveniente de la deriva del herbicida debido al viento, por lo cual se sugiere aplicar en horas del día donde exista una muy baja velocidad.

■ Para un área cubierta de vegetación, se recomienda usar un herbicida selectivo de hoja ancha como Picloram. También pueden usarse mezclas de Picloram con Clopyralid, Dicamba, 2,4D, MCPA, o mezcla de 2,4D con clopyralid, de esta forma se evita afectar algunas especies de la pradera. Luego, utilizar un fertilizante que contenga fósforo y azufre, donde la dosis a utilizar dependerá de los niveles existentes en el suelo, para lo cual se debe realizar un muestreo de suelos como primera labor de diagnóstico.

■ La utilización de un herbicida no selectivo, podría aumentar la cantidad de suelo desnudo en los potreros pastoreados, en comparación al mismo potrero sin pastorear. En cambio el herbicida selectivo mostraría un aumento significativo en la cubierta vegetal.

■ Preferentemente aplicar los tratamientos antes mencionados excluyendo los animales del sitio para evitar el pastoreo y así permitir el desarrollo de otras especies. Si no es posible la exclusión del pastoreo, es primordial la aplicación de un herbicida selectivo para controlar la especie y permitir el crecimiento de la cubierta vegetal.

■ Es recomendable utilizar un herbicida selectivo, para favorecer el crecimiento de especies gramíneas y para que el trébol blanco (especie con mejor aptitud competidora frente a *H. pilosella*) prevalezca. Los herbicidas recomendados para esto son MCPA (entre 0,9-1,2 L/ha) o 2,4 DB (1 L/ha). Resulta relevante esto, debido a que el trébol blanco emerge de manera natural en suelos con niveles óptimos de P y S en toda la región.

■ Cuando se tiene certeza de potreros libres de la maleza, la prevención por medio de la vigilancia permanente, detección temprana de focos de infestación, mantención de los pastizales en buen estado y cargas animales ajustadas, reduce las probabilidades de aparición o rebrote.

■ En general, planificar un manejo integrado para controlar la especie, adaptado a las condiciones edafoclimáticas del sitio afectado. Cuando existen pequeños focos de *H. pilosella*, se debe eliminar los manchones, y así reducir la diseminación de semillas.

Sería recomendable que quienes tienen la tarea de recorrer el campo sepan reconocer la maleza en sus diferentes estados fenológicos y la busquen especialmente en la época de floración, así al detectar la planta, los sitios deben ser marcados e informados a la administración para su pronto control. Con respecto a esto último, el productor debe contar con mapas de su campo que indiquen las comunidades vegetales presentes y así detectar los terrenos susceptibles de ser colonizados por la maleza.

BIBLIOGRAFÍA 7

Baeza, S., Paruelo, J. & Ayala, W. 2011. Eficiencia en el uso de la radiación y productividad primaria en recursos forrajeros del este de Uruguay. *Agrociencia-Sitio en Reparación*, 15(2): 48 - 59.

Berger, M., Moreno, J., Johannessen, J., Levelt, P. & Hanssen, R. 2012. ESA' misiones centinela en apoyo de la ciencia del sistema terrestre. *Teledetección del medio ambientes*, 120: 84 - 90.

Berlin, R. & Sheley, R. 2017. Origin and distribution of weeds, identification and biology, impacts and suggestions for its management. University of Montana U.S.A. Agriculture department.

Bishop, G. & Davy, J. 1994. Biological flora of the British Isles. *Hieracium pilosella* L. *Journal of Ecology*, 82: 195 - 210.

Cabeza, S., Escartin, C., Collantes, M. & Rauber, R. 2011. Propuesta de manejo para la maleza *Hieracium pilosella*. en la Estepa Fueguina. Informe Técnico CFI, Buenos Aires. 118.

Campbell, J. & Wynne, R. 2011. Introduction to remote sensing. Guilford Press.

Cipriotti, P., Collantes, M., Rauber, R., Braun, K., De la Peña, L., Escartín, C., Arriaga, M., Stampaccio, M., Jacob, M., Livraghi, E. & García Sampedro, C. 2006. Consejo Federal de Inversiones CFI. Invasión de *Hieracium pilosella* L. (Asteraceae) en pastizales de Tierra del Fuego: Factores asociados y posibilidad de manejo. Informe Final, Consejo Federal de Inversiones.

Cipriotti, P., Rauber, R., Collantes, M., Braun, K. & Escartín, C. 2012. Control measures for a recent invasion of *Hieracium pilosella* in the grasslands of southern Patagonia. *Weed investigation*, 52: 98 - 105.

Chuvieco, E. 2002. Teledetección ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. Editorial ARIEL S.A Primera edición, Madrid, España.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) – Corporación Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). 2006. Catastro de uso del suelo y vegetación, región de Magallanes y Antártica Chilena. Monitoreo y actualización. Santiago de Chile, 14 p.

Congedo, L. 2016. Semi-Automatic Classification Plugin Documentation. Release 6.0.1.1. 10.13140/RG.2.2.29474.02242/1.

Covacevich, N. & Lira, R. 1993. Informe técnico 1992-1993. Estación experimental Kampenaike. 77 - 79.

Covacevich, N., Uribe, I. & Lira, R. 1995. Prospección de pilosela (*Hieracium pilosella*) en terrenos de uso ganadero de la XII Región. Informe. INIA/CRIA Kampenaike. SEREMI de Agricultura. Intendencia XII Región. Chile. 19.

Covacevich, N. 2001. Pilosela en Magallanes: acciones realizadas, recomendaciones y propuestas de estudios. Documento técnico. INIA – XII Región.

Covacevich, N. 2009. Magallanes: Veinte años de pilosela. INIA, MINAGRI, Chile. *Revista Tierra Adentro*, 83: 40 - 42.

Covacevich, N. & Cardenas, C. 2005. Respuesta al pastoreo de *Hieracium pilosella*. Manejo sustentable de las praderas naturales de Magallanes. Sochipa en Magallanes 30 años. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 13 - 14.

Domínguez, E. 2004. Plantas exóticas presentes en el Parque Nacional Pali Aike, Informativo N°2. XII Región, Chile. *Chloris Chilensis*.

Domínguez, E. 2012. *Hieracium pilosella*. Maleza Invasora presente en turberas abandonadas y explotadas. Informativo INIA N°21. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile.

Domínguez, E. 2012. *Hieracium pilosella*. Maleza invasora presente en turberas abandonadas y explotadas. Informativo INIA N°21. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile.

Domínguez, E. 2012. *Hieracium pilosella* L. ssp. *euronotum* Nägeli et Peter maleza invasora presente en turberas abandonadas y explotadas. Ficha Técnica N° 21/2012. Programa FONDEMA: Bases ambientales, jurídicas y comerciales para el desarrollo sustentable de las turberas en Magallanes.

FAO/IPPC. 2005. Directrices para la Exportación, el Envío, la Importación y Liberación de Agentes de Control Biológico y Otros Organismos Benéficos. ICPM-7 (2005) / Informe, Publicación No. 3, Abril 2005, Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, FAO, Rome.

Fuentes, R., Salinas, C., Balocchi, O. & Pinochet, D. 2002. Eficacia de diferentes herbicidas sobre el control de *Hieracium pilosella* L. Bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en una pradera naturalizada de la región de Magallanes. Manejo sustentable de las praderas naturales de Magallanes. Sochipa en Magallanes 30 años. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 15 - 16.

GRASS, Equipo de desarrollo. 2019. Software de sistema de soporte de análisis de recursos geográficos (GRASS), versión 7.2. Fundación geoespacial de código abierto. Documento electrónico: <http://grass.osgeo.org>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2004. *Hieracium pilosella*. INTA AER Río Grande - Cambio Rural - INTA EEA Santa Cruz 2; 5-7.

Irisarri, J., Oosterheld, M., Paruelo, J. & Texeira, M. 2012. Patrones y controles de la producción primaria neta sobre el suelo en praderas de la Patagonia. Un enfoque de teledetección. *Journal of Vegetation Science*, 23 (1): 114 – 126.

Ivelic-Sáez, J., Radic, S., Domínguez, E. & Salinas, C. 2017. Antecedentes de control de *Hieracium pilosella* L. para su aplicación en la Región de Magallanes y Antártica Chilena. *Agrosur*, 45(19): 53 - 62.

Jobbágy, E., Sala, O. & Paruelo, J. 2002. Patterns and controls of primary production in the Patagonian steppe: a remote sensing approach. *Ecology*, 83(2): 307 - 319.

King County. 2010. Hawkweeds. Noxious Weed Control Program. Best Management Practices. 1- 9. www.kingcounty.gov/weeds.

Lamoureaux, S., Kelly, D. & Barlow, N. 2003. Population dynamics in mature stands of *Hieracium pilosella*. *New Zealand Plant Ecology*, 166: 263 – 273.

Makepeace, W. 1985. Growth, reproduction and biological production of pilosella, in the east of the South Island, New Zealand. *New Zealand Botanical Magazine*, 23: 65 - 78.

Martin, D. 2018. Phenolic compounds: an approach to their biosynthesis, synthesis and biological activity. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9: 81 - 104.

McIntosh, P. & Allen, R. 1994. Decrease in soil pH and increase in organic carbon (*Hieracium pilosella*). *New Zealand Journal of Ecology*, 17 (1): 59 - 60.

McIntosh, P.D., Loeseke, M., Bechler, K., 1995. Soil changes under mouse-ear hawkweed (*Hieracium pilosella*). *New Zealand Journal of Ecology* 19, 29-34.

McIntosh, P. & Allen, R. 1998. Effect of exclusion on soil, biomass, plant nutrients and vegetation, without fertilization, in Steeplands, Upper Waitaki District, South Island, New Zealand. *Ecology Magazine*, 22: 209 - 217.

Medina, G., Gutiérrez, L., Echavarría, C., Amador, R., & Ruiz, C. 2009. Uso de imágenes satelitales para evaluar la producción de forraje en los pastizales de Zacatecas. *Técnica Pecuaria en México*, 47 (2): 135 - 144.

Miller, N. 1994. Direct control of *Hieracium* using fertilizers and trace elements. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 56: 169 - 173.

Montecinos, J. 2018. Uso de series temporales Landsat para el monitoreo de la evolución espacial de *Hieracium pilosella* en el periodo 2004-2018, en un predio ganadero de la región de Magallanes. Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.

Muñoz, R. & Radic, S. 2015. Uso de percepción remota y SIG en la selección de sitios de muestreo de suelos para la Región de Magallanes. *Agronur*, 43(2): 65 - 76.

Muñoz, R., Cipriotti, P. & Radic, S. 2017. Tendencias de la fenología de la superficie terrestre de la Isla Grande de Tierra del Fuego a partir de datos MODIS de 15 años. En 2017 Primer Simposio Internacional de Geociencia y Teledetección IEEE (GRSS-CHILE) (pp. 1-4). IEEE.

Opazo, S., Garay, E., Muñoz, R., López-Saldaña, G., Aguilar, R., & Radic, S. 2014. Desarrollo de una plataforma web SIG para el monitoreo dinámico de pastizales en Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 42 (2): 39 - 51.

QGIS, Equipo de desarrollo. 2019. Sistema de Información Geográfica QGIS. Proyecto de Fundación Geoespacial de Código Abierto. <http://qgis.osgeo.org>

Reyes, D., Muñoz, R. & Radic, S. 2017. Mapping of the affected surface by the presence of *Hieracium pilosella* in a livestock farm of the region de Magallanes y Antarctica Chilena, using Sentinel-2 data. In 2017 First IEEE International Symposium of Geoscience and Remote Sensing (GRSS-CHILE) (pp. 1-4). IEEE.

Richards, J. & Jia, X. 2006. *Remote Sensing. Digital Image Processing, an Introduction*, Springer Verlag, Berlin.

Rivadavia, B. 2006. *Hieracium pilosella* L. en la estepa fueguina. *Boletín del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 79: 1 - 14.

Rodriguez, J., Pinochet, D. & Matus, F. 2001. Fertilización de los cultivos. LOM Ediciones. Santiago, Chile. 117.

Rojas, G. & Vásquez, G. 1995. Manual de herbicidas y fitoreguladores. Aplicación y uso de productos agrícolas. Editorial Limusa. 156.

Rose, A., Platt, K. & Frampton, C. 1995. Change in vegetation over 25 years in a New Zealand grassland of short weeds: effects of sheep grazing and exotic invasions. *New Zealand Ecological Magazine*, 19: 163 - 174.

Ruiz, J. & Covacevich, N. 1981. Respuesta de las praderas de Magallanes a la fertilización con NPKS y su modificación por suelo y clima. *Agricultura técnica*, 50: 33 - 42.

Sárospataki, M. & Györffy, G. 1995. Spatial and temporal variation of the grasshopper. (Cicadin), associated with *Hieracium pilosella* in Hungary. *Tiscia*, 29: 37 - 40.

Scott, D. 1989. Description of the interactions in vegetation using a visual ranking of species. *New Zealand Journal of Ecology*, 12: 77 - 88.

Scott, D. 1995. Comparative ecophysiological characteristic of *Hieracium pilosella* and related British Isles species adventive to New Zealand. Unpublished.

Scott, D. & Jenkins, T. 2006. Effects of fertilization with nitrogen and boron in an infestation of *Hieracium pilosella*. *New Zealand Journal of Agriculture*, 49: 67 - 72.

Sell, P. & Murrel, G. 2006. *Flora of Great Britain and Ireland*. (4) 556.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 1998. Programa de Prevención, Difusión, Riesgo y Proliferación *Hieracium pilosella* L. Informe final. Ministerio de Agricultura, Punta Arenas, Chile. 20.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2011. Programa para el control biológico de *Hieracium pilosella* L. (Compositae: Asteraceae) en la región de Magallanes y Antártica Chilena: Punta Arenas. 49.

Smith, L. 2007. Hover Flies Hieracium (Flies). Hieracium gall midge (Mosquito). Biological Control of the new book. Landcare Research New Zealand.

Strauch, O. 2012. Medidas de Mitigación y Control de la Pilosela: Una primera aproximación. Informativo INIA N°27. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile.

Syrett, P., Smith, L., Scott, D. & Aspinall, S. 2013. A successful model for community-driven research: Control of fidelity in Hieracium in New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research, 28: 57 - 63.

Trewick, S., Morgan-Richards, M. & Chapman, H. 2004. Diversity of DNA in *Hieracium pilosella* chloroplasts introduced in New Zealand. Cross-linking, hybridization and invasion. 91: 73 - 85.

Turner, W., Rondinini, C., Pettoelli, N., Mora, B., Leidner, A., Szantoi, Z. & Koh, L. 2015. Free and open-access satellite data are key to biodiversity conservation. Biological Conservation, 182: 173 - 176.

Valle, S., Radic, S. & Casanova, M. 2015. Suelos asociados a tres comunidades vegetales de pastoreo importantes en Patagonia Sur. Revista Agro Sur, 43(2): 89 - 99.

Von Moltke, C. 2009. Distribución *Hieracium pilosella* L en la Provincia de Magallanes. Tesis Pregrado. Universidad de Magallanes. Chile. Webb, C., Sykes, W. & Garnock-Jones, P. 1988.

New Zealand flora. Naturalized pteridophytes, gymnosperms, dicotyledons. DSIR Botany Division, Christchurch. (4) 1365.

Widera, M. 1978. Contest between *Hieracium pilosella* and *Festuca rubra* in natural conditions. Ekologia Polska, 26: 359 – 390.

Wilson, L., Fehrer, J., Bräutigam, S. & Grosskopf, G. 2006. A new invasive hawkweed, *Hieracium glomeratum* (Lactuceae, steraceae), in the Pacific Northwest. Canadian Journal Botany. 84: 133 - 142.

Wilson, L. 2006. Keys for the identification of invasive and native algae (*Hieracium* spp) in the Pacific Northwest. Wulder, M., Loveland, T., Roy, D., Crawford, C.,

Masek, J., Woodcock, C., & Dwyer, J. 2019. Current status of Landsat program, science, and applications. Remote sensing of environment, 225: 127 - 147.

Zhao, Y., Feng, D., Yu, L., Wang, X., Chen, Y., Bai, Y. & Radke, D. 2016. Detailed dynamic mapping of Chile's land cover: improved accuracy through the integration of multitemporal data. Remote sensing of the environment, 183: 170 - 185.





GUIA PARA EL CONTROL

HIERACIUM PILOSELLA

PARA LA REGIÓN DE MAGALLANES Y ANTÁRTICA CHILENA

Autores:

Sergio Radic

Jorge Ivelic

Pamela Gross

Ricardo Ruiz

René Muñoz





GUIA PARA EL CONTROL DE

HIERACIUM PILOSELLA



PARA LA REGIÓN DE MAGALLANES Y ANTÁRTICA CHILENA



GUIA PARA EL CONTROL DE

HIERACIUM PILOSELLA



PARA LA REGIÓN DE MAGALLANES Y ANTÁRTICA CHILENA

Sergio Radic, Jorge Ivelic, Pamela Gross, Ricardo Ruiz y René Muñoz

