

Historia de vida de *Ulex europaeus* y acciones de gestión para controlar su invasión

Life history of *Ulex europaeus* and management actions to control its invasion

María Alejandra Cárdenas-Cárdenas¹  , Francisco Cortés-Pérez¹ 

Resumen

Ulex europaeus es una de las especies invasoras más agresivas para los sistemas naturales, ya que incide sobre la dinámica del paisaje, altera la composición edáfica original y puede eliminar pastizales y cultivos. Los densos matorrales de *Ulex europaeus* compiten por recursos y espacio con los taxones nativos, disminuyendo la riqueza y diversidad. Se ha encontrado que el fuego favorece su regeneración y amenaza las comunidades y poblaciones de especies nativas. En esta revisión se analizaron la ecología de la especie, su distribución geográfica y las acciones de manejo. En este sentido, se encontró que el control de esta especie es más eficiente en etapas juveniles y en bajas densidades de invasión. Los tratamientos usados incluidos los herbicidas, los controles biológicos, la remoción manual y el fuego, no han tenido un éxito generalizado, debido a las condiciones de heterogeneidad y la historia de invasión de cada territorio. La revisión de literatura evidencia que existe un vacío de información en cuanto a las estrategias de gestión combinadas, diferentes periodos de tiempo y monitoreos constantes que permitan controlar y erradicar esta especie estableciendo las características y particularidades de cada región.

Palabras clave: especie invasora, monitoreo, técnicas de control, revisión literaria, distribución, *Ulex europaeus*

Abstract

Ulex europaeus is one of the most aggressive invasive species for natural systems. It affects the dynamics of the landscape, alters the original edaphic composition, and can eliminate grasslands and crops. Dense thickets of *Ulex europaeus* compete for resources and space with native taxa, reducing richness and diversity. It has been found that fire favors *Ulex europaeus* regeneration and threatens native species communities and populations. In this review, the ecology of the species, its geographical distribution and management actions were analyzed. The control of *Ulex europaeus* is more efficient in juvenile stages and in low invasion densities. The treatments used, including herbicides, biological controls, manual removal and fire, have not been widely successful, due to the heterogeneous conditions and the history of invasion of each territory. A literature review shows that there is an information gap regarding the combined management strategies, different periods of time and constant monitoring that allow for the control and eradication of this species, establishing the characteristics and particularities of each region.

¹ Grupo Ecología de Bosques Andinos Colombianos (EBAC), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC, Tunja, Colombia

* Autor de correspondencia: maria.cardenas02@uptc.edu.co

Recibido: agosto 2022; aceptado: febrero 2023.

Keywords: invasive species, monitoring, control techniques, literature review distribution, *Ulex europaeus*

INTRODUCCIÓN

La globalización, la tecnología y la intervención humana en los ecosistemas han generado cambios en la distribución de las especies, de forma particular, las especies invasoras que tienen impactos de carácter ambiental, social y económico, y se perciben de diferente forma dependiendo los actores (Atlan y Darrot, 2012); los lugares fuertemente transformados, los espacios dañados, degradados y destruidos son lugares altamente sensibles a la invasión (Ceccon, 2014).

Según Sher y Hyatt (1999), los tres aspectos que caracterizan una especie vegetal invasora son: las ventajas en sus atributos reproductivos, la tolerancia ambiental y la habilidad competitiva; *U. europaeus* las cumple (León y Vargas, 2009a), teniendo en cuenta el reconocimiento social y político de sus impactos; razón por la cual es considerada una de las 100 especies invasoras más peligrosas del mundo por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, (Lowe et al., 2000) y según la base de datos I3N se encuentra en la categoría de impacto potencial (Zalba y Ziller, 2007).

Ulex europaeus es originario de Europa Occidental y de la costa atlántica de Europa (las Islas Británicas, incluida Irlanda) y el noroeste de África (Hill et al., 2008); esta distribución se debe al aislamiento geográfico después del mioceno temprano donde colapsó el cinturón montañoso Alpino y se dio la formación del mar mediterráneo que separó estos dos lugares (Cubas et al., 2005).

El género *Ulex* L., pertenece a la familia Fabaceae, está formado por 34 taxones, 30 especies y cuatro híbridos a nivel mundial y en América latina se reporta solo la especie *U. europaeus* (POWO, 2021). Esta especie es hexaploide y se originó a partir de la hibridación entre un ancestro perteneciente a dos linajes diferentes (Muthulingam y Marambe, 2022).

El objetivo de la presente investigación es identificar los atributos eco-fisiológicos, la distribución geográfica actual y las acciones de manejo que se han propuesto para el control de *U. europaeus* a nivel global.

MATERIALES Y MÉTODOS

Revisión de literatura

Se realizó una revisión de la literatura sobre *U. europaeus* a nivel global, teniendo en cuenta estudios de carácter biológico, para lo que se consultaron en la misma proporción, las bases de datos de Google Scholar, Web of Science y Scopus, utilizando como términos de búsqueda el nombre científico (*Ulex europaeus*) y tres nombres comunes que fueron seleccionados de los 67 reportados en diferentes bases de datos como los más usados en América y Europa: retamo espinoso, aulaga y tojo (Bernal et al., 2017).

Dados los objetivos y la disponibilidad de datos, se tuvieron en cuenta aquellos documentos que evalúan la historia de vida, distribución geográfica y acciones de manejo de la especie y uso, haciendo la búsqueda en el título y las palabras clave de los documentos en español e inglés.

Análisis de la información

Inicialmente, se identificaron los artículos que proporcionó la búsqueda, luego se refinó eliminando artículos irrelevantes (aquellos que se encontraban repetidos o trataban otras temáticas) y posteriormente, se identificaron fuentes adicionales con el mismo elemento de búsqueda, en blogs, informes técnicos, informes diagnósticos, informes de tesis y libros. Finalmente, se consolidó la información por cantidad de documentos de cada tipo de investigación, donde cada uno contribuyó con información de ecología, ciclo de vida, reproducción y semillas, distribución geográfica, usos o acciones de manejo.

Distribución

Se descargaron los registros de presencia de *U. europaeus* desde el año 1990 hasta septiembre de 2022 en la plataforma de la organización internacional Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2022) en complemento con Natusfera y Species Explorer. Teniendo en cuenta los registros, se elaboró un mapa de densidad de ocurrencias a nivel global con el Sistema de Información Geográfica Quantum GIS (QGIS) versión 3.16, se añadió un mapa base (QuickMapServices) y sobre él, los

registros de la especie estableciendo rangos con un radio de 1100 km². Finalmente se eliminaron los puntos que presentaron errores en la precisión de las coordenadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Literatura revisada

A partir de la búsqueda en los motores especializados, se obtuvo un total de 2648 resultados, se identificaron más de 180 artículos en la primera búsqueda, se eliminaron los artículos repetidos e irrelevantes, quedando 70 y 20 documentos adicionales obtenidos de otras fuentes como blogs, informes técnicos, informes diagnósticos, informes de tesis y libros, para un total de 90 documentos publicados, que cubrieron el período de 1976 a 2022. El 77,7% de estos documentos fueron artículos científicos, el 4,44% eran informes técnicos y el 3,33 % fueron trabajos de grado (figura 1).

Ecología de *Ulex europaeus*

El 34,4% de los documentos consultados (31) aportaron información de la morfología de *U. europaeus*, ciclo de vida, reproducción y semillas.

Descripción morfológica

Ulex europaeus es un arbusto que puede llegar a medir hasta cuatro metros de altura aproximadamente, tiene un tallo verde, grueso, que generalmente se ramifica cuando no hay competencia (Ríos, 2005; Salgado-Negret et al., 2017) y con raíces que alcanzan profundidades de hasta 50 cm. Las hojas son filoides aciculares y en plantas maduras se forman espinas que miden de uno a tres centímetros de largo, las cuales tienden a ramificarse en primarias, secundarias y terciarias (Lee et al., 2011). Estas espinas juegan roles tanto defensivos como fotosintéticos. Medina-Villar et al. (2021) reportaron que la longitud de la espina, el ancho de la espina y la asignación de biomasa de la espina son mayores en el rango de distribución invadido que en el nativo de la especie.

Las flores poseen aroma a aceite de coco, se observan en racimos de color amarillo, la corola mide entre 15 y 18 mm, el cáliz mide aproximadamente 12 mm (Clements et al., 2001), los frutos son vainas dehiscentes, oblongas de color café que miden de uno a dos cm, cada vaina produce de una a siete semillas lisas, que se caracterizan por ser de color marrón, con seis mg de peso y dos mm de largo aproximadamente. Las semillas pueden permane-

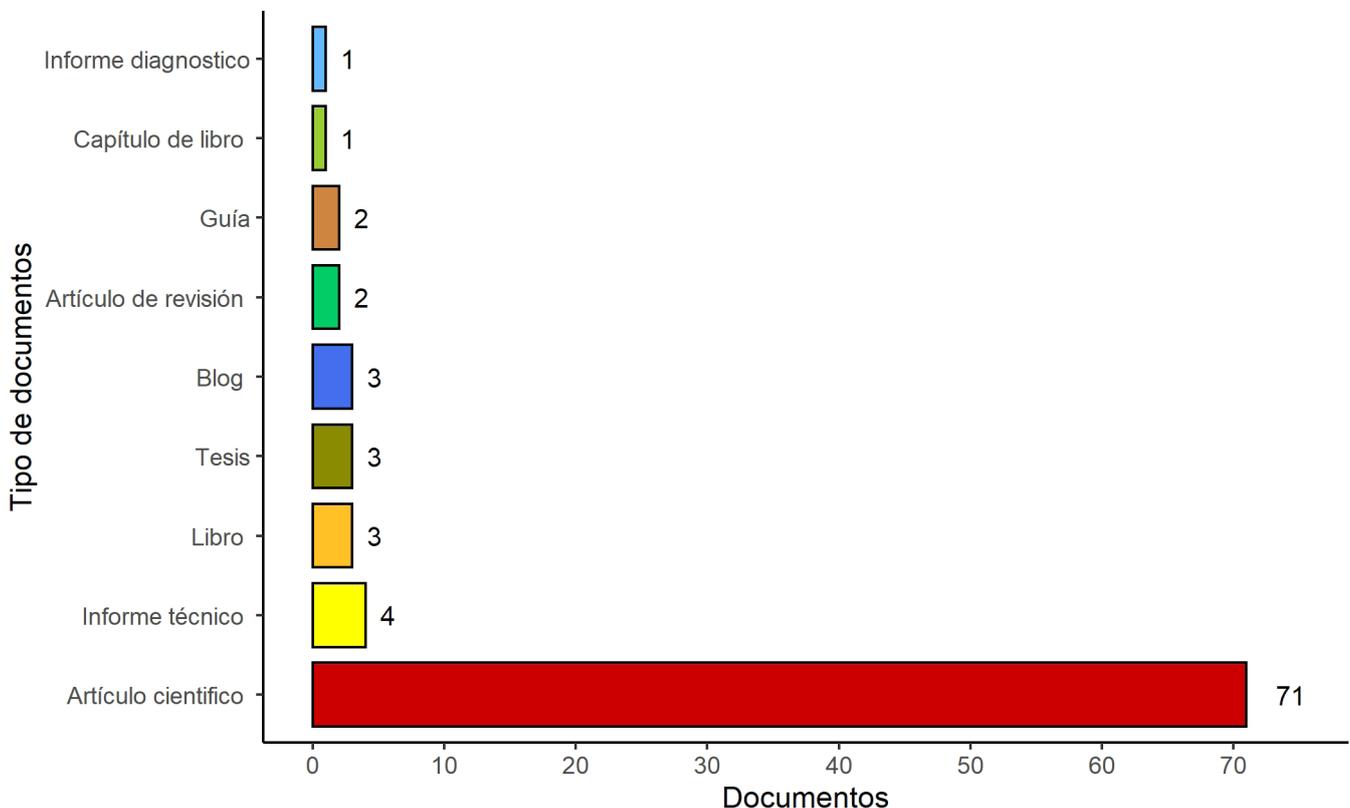


Figura 1. Tipo de documento de investigación consultado sobre *Ulex europaeus*.

cen latentes cuando las condiciones ambientales no son adecuadas para su germinación (Sixtus et al., 2004).

Ciclo de vida, reproducción y semillas

Ulex europaeus se reproduce asexualmente mediante regeneración vegetativa por rebrotes de las raíces y sexualmente por semillas que se propagan por diferentes mecanismos de dispersión tales como: entomocoria, ornitocoria, anemocoria e hidrocoria (Broadfield y McHenry, 2019) facilitando así a la especie colonizar a grandes distancias (Portilla et al., 2019). *U. europaeus* alcanza la primera floración aproximadamente a los 18 meses, se estima que cada planta produce de 500 a 1000 flores por cada temporada (figura 2), en poblaciones naturales de Gran Bretaña y Francia se observa su floración dos veces al año, una floración larga que produce pocas flores a la vez y una floración corta con masas de flores. Rathcke y Lacey (1985) denominaron estos procesos como floración en estado estacionario y floración masiva, respectivamente.

Sin embargo, tanto para poblaciones invasoras y naturales es incierto establecer con certeza el inicio y la duración de la floración por la adaptación a las variaciones entre los individuos de una población y las condiciones ambientales de las diferentes regiones.

En Nueva Zelanda la floración ocurre dos veces al año en verano e invierno (Hill, 2014); por el contrario, en el trópico presenta floración y producción de semillas durante todo el año, con alternancia de producción entre individuos de la misma población. Se estima que cada planta puede producir hasta 40.000 semillas por año, pero esta cantidad también puede cambiar dependiendo del gradiente altitudinal (Portilla Yela, 2019).

León et al. (2016) mencionan que el banco de semillas del suelo de *U. europaeus* puede superar las 10.000 semillas por metro cuadrado, y pueden permanecer viables durante más de 30 años, esto hace que la especie sea más competitiva y se disperse fácilmente. Soto y Diaz-Fierros (1997) y Beltrán (2012) determinaron que el 90% de las semillas de *U. europaeus* se localizan en los primeros seis cm de profundidad del suelo, Rees y Hill (2001) encontraron el 75% de las semillas en los cinco primeros cm y Castillo-Díaz et al. (2016) el 54% con la misma profundidad, en el Parque Forestal Embalse del Neusa en Colombia, por lo cual son necesarios estudios locales que generen insumos para la gestión de la especie teniendo en cuenta las condiciones particulares de cada lugar (Pinzón-García et al., 2018).

Hornoy et al. (2011) plantean que *U. europaeus* ha modificado algunas características morfo-fisiológi-

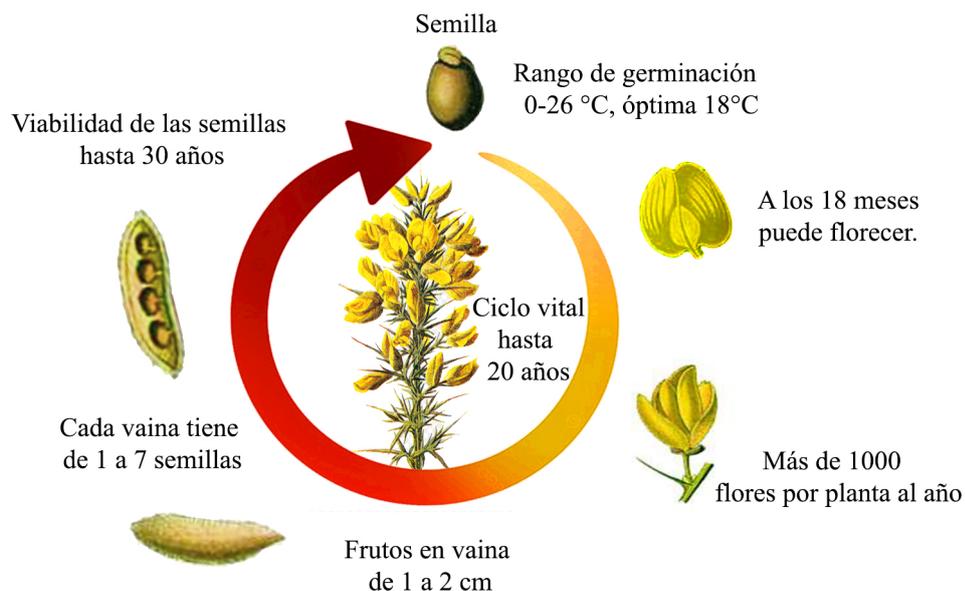


Figura 2. Algunas características del ciclo de vida de *Ulex europaeus* (fuente: elaboración propia a partir de Broadfield y McHenry, 2019).



cas debido a diferentes factores de presión ecológica. Por ejemplo, se ha encontrado que en sitios con mayor tiempo de invasión con elevaciones inferiores a 2700 m.s.n.m las plantas producen semillas más grandes con el fin de acumular recursos que garanticen una germinación exitosa; mientras que en lugares con menor tiempo de permanencia y altitudes superiores a 2700 m.s.n.m la especie produce mayor cantidad de semillas, de pequeño tamaño y con velocidad de germinación limitada (Atlan et al., 2010).

El comportamiento de las semillas en zonas bajas puede atribuirse a que el ciclo de los nutrientes es más rápido y la planta produce semillas grandes, donde se acumulan recursos que garantizan una germinación exitosa, mientras que en las zonas altas el ciclo de nutrientes es más lento y la planta produce abundantes semillas, pero de menor tamaño (Imbert et al., 2004).

De igual forma, Hornoy et al. (2011) demostraron a escala de laboratorio que aspectos como el crecimiento, la reproducción y la defensa contra depredadores, en los lugares invadidos versus poblaciones nativas, no presentan diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, se observaron algunas características particulares que a nivel ecológico pueden tener relevancia de acuerdo con el potencial evolutivo de la especie o a los cambios en las condiciones ambientales de cada territorio.

En la fase inicial de la fructificación se forman las vainas blandas de color verde, ocho semanas más tarde maduran y se tornan de color marrón produciendo cada una hasta cinco semillas (Richardson y Hill, 1998). Las semillas que se desprenden por primera vez de la planta tienen un alto grado de dureza, que se debe a su tegumento y disminuye a medida que se incorporan al suelo, son ovoides y comprimidas lateralmente (Udo et al., 2017), tienen un arilo carnoso y presentan una testa lisa y brillante con dos capas que protegen a la semilla y aumenta su resistencia a organismos descomponedores como bacterias y hongos (Cubas y Pardo, 1988).

Distribución geográfica

En el 6,6% de los documentos consultados (6) se encontraron datos sobre la distribución de *U. europaeus*, observándose que esta especie se distribuye naturalmente en brezales (Richardson y Hill,

1998) donde las condiciones ambientales y edáficas son extremas, se encuentran vientos constantes, sustratos calizos, suelos ácidos y han evolucionado a partir del manejo de las comunidades humanas. *U. europaeus* es una de las especies con mayor distribución natural y exótica del género. Naturalmente se distribuye en Portugal, Suecia, Austria, Bélgica, Dinamarca, Noruega y Gran Bretaña, pero también ocurre en otras regiones del mundo, razón por la cual inicialmente se estableció en el sur occidente de Australia, California central, la costa de Chile y Sudáfrica; pero después se reportó que la especie también invade regiones montañosas como Hawái, Sri Lanka, Perú, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Brasil y Colombia (León y Vargas, 2009b; Ramírez-Rodríguez et al., 2022). Actualmente se ha observado *U. europaeus* a 3500 m.s.n.m aproximadamente, lo que demuestra su capacidad de invadir áreas de páramo (Udo et al., 2016).

La distribución de la especie hasta septiembre de 2022 (figura 3), cuenta con un total de 2.349.736 registros. En un radio de 1100 km² las regiones nativas tienen entre 6556,33 y 8317,74 registros y respecto a las áreas invadidas la región más afectada es: Australia donde se encontraron entre 6556,33 y 8317,74 registros en 1100 km², seguido por Nueva Zelanda, Washington, Hawái y Columbia Británica y en Sur América, Colombia, Brasil, Chile, Perú y Argentina; donde se requiere atención inmediata para controlar la propagación de la especie.

En México, Ramírez-Rodríguez et al. (2022) reportaron por primera vez mediante colectas botánicas la presencia de *U. europaeus*, y, aunque la especie no reporta presencia en las montañas de Nueva Guinea, Kenia ni Etiopía, Christina et al. (2020) evidencian que estas regiones son susceptibles a invasión dadas las condiciones ambientales. De igual forma se han desarrollado modelos predictivos para el mapeo de la distribución de *U. europaeus* en diversas áreas geográficas (Gränzig et al., 2021; Thapa et al., 2018).

Usos

En condiciones naturales *U. europaeus* hace parte de las comunidades arbustivas del mediterráneo conocido como brezales (Beltrán y Barrera-Cataño, 2014); estas formaciones vegetales surgieron antes del desarrollo de la agricultura durante el

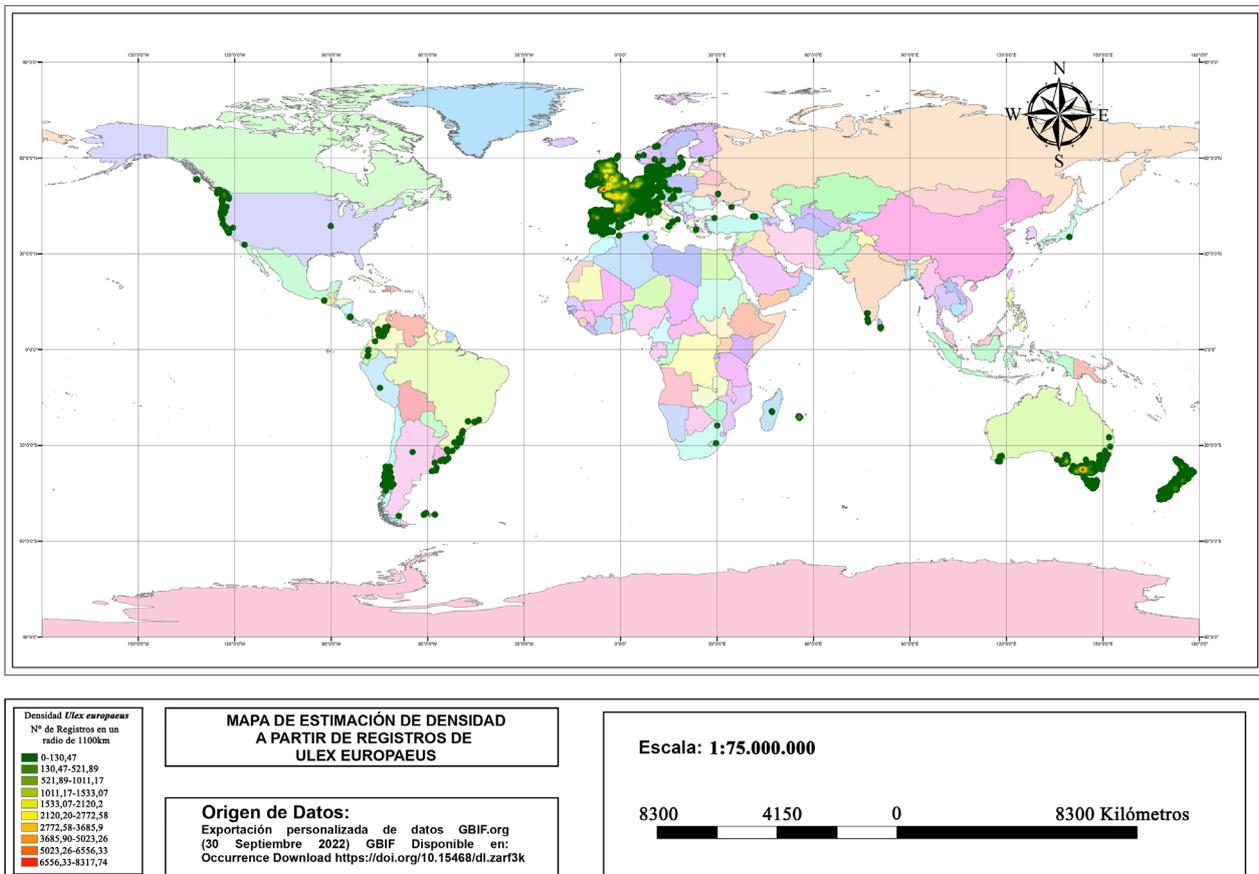


Figura 3. Estimación de densidad a partir de registros de *Ulex europaeus* (GBIF, 2022).

mesolítico cuando las comunidades humanas empezaron a generar asentamientos y pastorear; en el neolítico debido al mejoramiento de los sistemas agrícolas, la especie se utilizó como material de construcción, forraje y combustible, lo cual favoreció la dispersión hacia nuevos espacios geográficos (Richardson y Hill, 1998). En las investigaciones seleccionadas se encontró que el 3,45% (3) mencionan que *U. europaeus* afecta los componentes del bosque natural y disminuye la cobertura de pastos (León et al., 2016). Adicionalmente, esta especie se introdujo como cerca viva en muchas áreas a nivel global, pero sus rasgos vitales le han permitido una rápida propagación por la intensa introducción humana a nivel mundial y la vulnerabilidad de los ecosistemas degradados que ha colonizado. En España continúan los esfuerzos por implementar a *U. europaeus* como una alternativa de forraje para el ganado, los caballos y las ovejas en diferentes etapas de crecimiento y bajo procesos de trituración que permitan proporcionar a los animales las proteínas que contiene la planta, sin causar efectos adversos. De igual forma se encontraron publicaciones de aplicaciones medicinales que no se limitan al uso de la semilla de la planta,

sino también las hojas, el tallo y las flores para extraer terpenoides y glucósidos (Carvajal et al., 2021; López-Hortas et al., 2016) y exploración del potencial bioherbicida (Pardo-Muras et al., 2018). Por otra parte, en Colombia Bonilla y Bonilla (2021) y Salgado-Negret et al. (2017) han desarrollado alternativas como materia prima para producción de agromanto y combustible para producir energía eléctrica por gasificación debido a sus características fisicoquímicas, su bajo porcentaje de humedad y cenizas y el alto poder calorífico (Niño et al., 2018).

Acciones de manejo

Para el control y la eliminación de *U. europaeus* es necesario caracterizar la invasión y establecer las edades de ésta, para tomar decisiones de manejo (Beltrán y Barrera-Cataño, 2014). La literatura consultada muestra estrategias de control físico, químico y biológico y el 55,55% de los documentos (50) mencionan que son estrategias generalmente costosas y poco efectivas cuando no se evalúan las condiciones de cada territorio (Hill et al., 2008; Beltrán, 2012). Adicionalmente, el análisis de los

Tabla 1. Agentes de control biológico de *Ulex europaeus*

Controlador biológico	Comentarios	Distribución nativa de la especie	Impacto	País de estudio	Referencia
<i>Bandicota</i> spp (Gray, 1873), <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758), <i>Mastomys natalensis</i> (A. Smith, 1834), <i>Xenus erythropus</i> (É. Geoffroy, 1803), <i>R. sordidus</i> (Gould, 1858), <i>R. tiomanicus</i> (Miller, 1900), <i>R. argentiventer</i> (Robinson & Kloss, 1916)	Se registraron rastros en los troncos de <i>Ulex europaeus</i>	Asia tropical	El estudio fue eventual y no se reporta seguimiento	Colombia	(Vargas, 2018)
<i>Cavia aperea</i> (Erxleben, 1777)	En los Municipios de Cogua y Tausa en el Noroccidente de Bogotá, se observó que esta especie hace uso del retamo espinoso	Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Venezuela	El estudio fue eventual y no se reporta seguimiento	Colombia	(Vargas, 2018)
<i>Agonopterix ulicetella</i> (Fabricius, 1794)	Las larvas se alimentan de los brotes de retamo espinoso	Europa occidental	Ataca en primavera, pero la planta se recupera en el mediano plazo	Chile, Nueva Zelanda, Hawaii, Australia, EEUU, Sri Lanka	(Markin y Yoshioka, 1998; Muthulingam y Marambe, 2022; Norambuena et al., 2001)
<i>Pempelia genistella</i> (Duponchel, 1836)	Las larvas se alimentan de las espinas del retamo espinoso	Sur oeste de Europa y el noroeste de África	En Hawaii solo se registra una pequeña población desde su liberación, en Nueva Zelanda fue liberada en todo el país, pero solo se ha establecido en algunos lugares; se tiene duda de la persistencia y su papel futuro en el control del retamo	Nueva Zelanda, EEUU, Hawaii	(Culliney et al., 2003; Markin et al., 2002)
<i>Sericothrips staphylinus</i> (Haliday, 1836)	Insecto descrito en 1836	Suecia	En estudios de laboratorio se mostró una mortalidad del 93% de plántulas de retamo, solamente se ha probado en campo en Australia	Nueva Zelanda, Australia, Hawaii y Canadá.	(Hill et al., 2000; Ireson et al., 2018; Markin et al., 2002; Memmott et al., 1998)
<i>Tetranychus lintearius</i> (Dufour, 1832)	Conocido como la araña roja, sus poblaciones son susceptibles a otros depredadores naturales	Originaria de Europa	Actúa sobre el follaje	Noreste de EEUU, Australia, Tasmania, Hawaii, Chile, Oregon, EEUU, Nueva Zelanda, Santa Elena	(Broadfield y McHenry, 2019; Ireson et al., 2008; Martinez, 1998; Rice, 2004)
<i>Exapion ulicis</i> (Forster, 1771)	El adulto se alimenta del tallo y las flores del retamo, reduce las semillas de 3 a 1 en el 95% de la planta	Europa occidental	Reduce el rendimiento reproductivo de la planta, es el principal depredador	Nueva Zelanda, California, oeste de EEUU, California, Chile, Hawaii, Australia	(Barat et al., 2007; Cowley, 1983; Davies et al., 2008; Markin y Yoshioka, 1998; Norambuena, 2007)
<i>Cydia Succedana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Se alimentan de las semillas de retamo espinoso dentro de las vainas. Cada larva puede destruir hasta tres vainas (90% de la planta)	Europa	Reduce el rendimiento reproductivo de la planta	Nueva Zelanda, Sri Lanka	(Hill y Gourlay, 2002; Ireson et al., 2008; Muthulingam y Marambe, 2022)
<i>Condrostereum purpureum</i> (Pouzar, 1959), <i>Fusariumtumidum tumidum</i> (Link ex Grey, 1821)	Se aplicaron como cultivos de agar micelar a las heridas decapitadas de tallos	N/A	Reduce a la mitad la supervivencia del Tocón del tallo. Actúan de forma independiente	Nueva Zelanda, Chile	(Herrera-Murillo y Picado-Arroyo, 2022; López-Rodríguez et al., 2022; Muthulingam y Marambe, 2022; Shamoun y Elliott, 2022; Yamoah et al., 2008)
<i>Uromyces pisi</i> (Liro, 1908)	Se introdujo para el control de <i>Ulex europaeus</i>	EEUU	Solo hay un registro de dos años después de la liberación por lo cual está en duda el establecimiento de la especie	Hawaii	(Culliney, et al., 2003)

factores sociales y económicos sugieren abordar la problemática desde un enfoque integral (Atlan y Darrot, 2012).

A continuación, se describen los métodos más utilizados para el control y erradicación de la especie.

Erradicación manual

El 11,11% de las investigaciones analizadas (10) mencionan a la erradicación manual como uno de los mecanismos más eficaces para el control de poblaciones de *U. europaeus*. En este sentido, Jayasekara et al. (2021) realizaron un estudio en Sri Lanka y confirman que este proceso disminuye la densidad de invasión y no afecta negativamente a la flora y fauna circundante. Sin embargo, requiere bastante mano de obra, costos elevados para lograr la erradicación total, y seguimiento continuo debido a la alta capacidad de propagación y germinación de la especie (Barrera-Cataño et al., 2019).

En Colombia se han obtenido resultados exitosos como los obtenidos por Rivera-Díaz (2015) complementando la erradicación manual con sombreado sobre el desarrollo de las plántulas; cambiando las condiciones de luz, humedad y temperatura (León y Vargas, 2009a) y con procesos de restauración ecológica (Aguilar-Garavito, 2010) que disminuyen la erosión del suelo y la degradación de la tierra.

Control biológico

Para el control biológico exitoso de la especie es necesario contar con estudios previos del comportamiento de *U. europaeus* en la localidad donde se busca erradicarlo (tabla 1), los mecanismos exitosos en un país no garantizan el mismo porcentaje de eficiencia en otros territorios, sin embargo, es la acción de manejo con mayor número de investigaciones, presente en el 29% (26) de los documentos revisados.

Los estudios con el gorgojo *Exapion ulicis* controlaron a *U. europaeus* en su área de distribución nativa y fue el primer fitófago introducido a otras localidades. Este insecto, pone sus huevos en primavera y actúa como controlador de impacto limitado por la fenología de la planta. Cuando coincide con la floración se presenta un pico de infestación que disminuye las poblaciones de *U. europaeus* aproximadamente en un 65% (Richard-

son and Hill, 1998). Cuando la floración es larga tiende a recuperarse con el tiempo y si la floración es corta la planta juega con la saciedad de este insecto. Se han realizado experimentos de laboratorio e introducción de poblaciones en campo y está ampliamente establecido en Nueva Zelanda, Australia, EE. UU. (la costa oeste y Hawái) y Chile (Hill et al., 2000). Posteriormente, se introdujo en Nueva Zelanda la polilla *Cydia succedana*, buscando fortalecer el control, teniendo en cuenta que esta especie se reproduce dos veces al año; en este caso la polilla afectó el 80% de las semillas de *U. europaeus* (Atlan et al., 2010).

Las introducciones de la araña roja, un ácaro fitófago *Tetranychus lintearius* han sido exitosas en Nueva Zelanda, Australia y Hawái (Davies et al., 2004), porque desgasta el follaje de *U. europaeus* y disminuye el peso seco de la planta, sin embargo, se ha visto afectada por depredadores como: *Stethorus bifidus*, *Kapur* y *Phytoseiulus persi milis* (Hill et al., 2008). Por el contrario, en Chile las poblaciones de la araña se mantienen por la ausencia de depredadores cumpliendo con el objetivo de su introducción (Norambuena et al., 2007).

Los insectos *Sericothrips staphylinus* y *Agonopterix ulicetella* como controladores de *U. europaeus* han sido estudiados en condiciones de laboratorio en Australia y Chile respectivamente, donde se ha demostrado eficiencia alrededor del 80%. En campo se encuentran distribuidos en Nueva Zelanda y Hawaii, pero las investigaciones no reportan un monitoreo constante de las poblaciones (Norambuena et al., 2001). Asimismo, *Pempelia genistella*, una polilla introducida para control biológico en Nueva Zelanda y Hawaii desde hace aproximadamente 15 años, ha disminuido su efectividad en el control de *U. europaeus* (Markin y Yoshioka, 1998).

Otras investigaciones encuentran que los hongos tienen mecanismos de acción que les permiten controlar *U. europaeus* como *Condrostereum purpureum* y *Fusarium tumidum* estudiados en Nueva Zelanda en condiciones de laboratorio y *Uromyces pisi* en Hawaii. Desde entonces no se ha registrado nuevamente por lo cual se infiere que sus cepas no se establecieron adecuadamente (Culliney et al., 2003).

En Colombia se postula como potencial agente de control biológico la especie de roedor *Cavia aperea*, que ha demostrado relación de uso con *U. euro-*

paeus (Vargas, 2018), hasta el momento no se ha cuantificado su eficiencia con estudios de caso.

Herbicidas

Su uso está reglamentado en cada país, este mecanismo permite la eliminación de tejido foliar de forma directa, sin embargo, la aplicación a gran escala requiere más mano de obra y puede afectar indirectamente fuentes hídricas, especies vegetales nativas y animales (McAlpine et al., 2018) que cumplen funciones ecológicas específicas (Castro, 2011).

Para el control de *U. europaeus* se encontraron 12,2% de estudios (11) utilizando herbicidas que inciden sobre las semillas, plántulas, individuos juveniles, áreas foliares y cortes de tocón, estos estudios se realizaron en Australia, Nueva Zelanda, Uruguay, Sur de África y Estados Unidos (tabla 2).

Los porcentajes de eficiencia de los herbicidas están relacionados con la aplicación, las condiciones ambientales, las características del terreno, y la proporción de dilución del herbicida, para lo cual se sugiere seguir la ficha técnica de cada producto con el fin de obtener resultados favorables, algunos productos no son específicos y se han aplicado por ensayo y error. De los herbicidas mencionados, Reglone® no se ve afectado por la lluvia y actúa rompiendo las membranas celulares, igual que Grazon™ los ingredientes permanecen activos por un tiempo prolongado y durante varios meses inhiben el crecimiento vegetal de *U. europaeus*. De otra parte, Viljoen y Stoltz (2007) señalan que el Picloram es eficiente en tratamientos foliares y tocones cortados en plantas maduras; otros estudios afirman que es más eficiente en los primeros estadios de desarrollo (Rolston y Devantier, 2012). De igual forma otros productos, como: spray seed 250 en semillas y Clopiralid en tratamientos folia-

Tabla 2. Herbicidas usados para el control de *Ulex europaeus*

Nombre Comercial	Ingrediente activo	% de Eficiencia	Órgano vegetal afectado	País donde se realizó la investigación	Referencia
Reglone® 200 g/l	Diquat	100%	Semillas	Australia	(Moore y Kennewell, 2010)
Spray.Seed 250	135g/L Paraquat 115 g/LDiquat	100%	Semillas	Australia, Estados Unidos	(Moore y Kennewell, 2010)
Grazon™ Extra	Triclopir + picloram	68%	Hojas juveniles y raíces	Australia	(Moore y Kennewell, 2010; Rolando et al., 2011)
Buctril®	Bromoxinil	54%	Hojas	Australia	(Moore y Kennewell, 2010)
MCPA	Fenotil	45%	Semillas	Australia	(Moore y Kennewell, 2010)
Tordon	2,4-D + picloram	54%	Semillas	Australia, Estados Unidos, Canadá	(Moore y Kennewell, 2010)
Picloram	Picloram 240 g/L	100%	Hojas y tallos maduros	Sur de África, Uruguay	(Castro, 2011; Viljoen y Stoltz, 2013)
Clopiralid	Ácido picolinico	70%	Hojas	California	(Viljoen y Stoltz, 2013)
Triclopir	Éster butoxietilico	100%	Hojas y tallos maduros	Sur de África, Uruguay, Nueva Zelanda	(Balneaves y Davenhill, 1990; Castro, 2011; Viljoen y Stoltz, 2013)
Imazapyr	Imidazolinona	100%	Hojas y tallos maduros	Sur de África	(Viljoen y Stoltz, 2013)
Glifosato	Glifosato	65% (1 aplicación) 100% (2 o más aplicaciones)	Hojas y tallos maduros	Uruguay, Nueva Zelanda	(Castro, 2011; Preest, 1980)
Ácido 2, 4, 5- tricloro-fenoxiacético		99,4%	Hojas y tallos juveniles	Nueva Zelanda	(Preest, 1980; Rolston y Devantier, 2012)
Hexazinona		100%	Hojas y tallos juveniles	Nueva Zelanda	(Preest, 1980)
TTA Terbutilazina+ terbutometón+amitrol		100%	Hojas y tallos juveniles	Nueva Zelanda	(Preest, 1980)

res provocan alteraciones metabólicas y aumentan el estrés oxidativo.

Fuego

El uso del fuego como mecanismo de control es de rápida aplicación, económico y prepara el terreno para otras técnicas, sin embargo, ha tenido éxito limitado, el 2,7% de los estudios (3) revisados clasifican el fuego como un mecanismo de control que puede ser fallido, marginal o exitoso; fallido cuando la ignición no se extiende y las espinas quedan intactas, marginal solo se consumen las semillas del suelo y los bordes de la planta y exitoso cuando las llamas se desarrollan y se extienden hasta la parte superior de la planta (Anderson, 2010). Se encontró que *U. europaeus* fija el nitrógeno atmosférico y es susceptible a numerosos incendios por la necromasa y combustibles finos suspendidos, que se acumulan en partículas de menos de cinco mm, sobre las ramas, dentro del dosel y en la hojarasca del suelo. Los artículos publicados evidencian que no es factible realizar esta técnica en áreas protegidas, porque se modifica el comportamiento del ecosistema y genera pánico colectivo (Aguilar-Garavito et al., 2018). En pruebas de laboratorio se ha encontrado que *U. europaeus* tiene alta tasa de combustión y propagación (Anderson, 2010), lo cual favorece su regeneración y amenaza las comunidades y poblaciones de especies nativas (De Luis et al., 2005).

Ulex europaeus al ser una planta heliófila, requiere luz solar constantemente, por lo cual se adapta fácilmente en áreas abiertas, perturbadas, deforestadas y sometidas a pastoreo intensivo (Poveda, 2020), donde la baja disponibilidad de materia orgánica permite que la planta acelere su crecimiento (Clements et al., 2001). Cabe destacar que la escarificación de la semilla de *U. europaeus* por fuego o por acción del agua aumenta el porcentaje y velocidad de germinación sin importar la presencia o ausencia de luz solar (Ocampo-Zuleta y Solorza-Bejarano, 2017).

Por otra parte, el fuego puede estimular la germinación de las semillas almacenadas en el banco de semillas si no se complementa con otras técnicas de control, en este sentido, Ocampo-Zuleta y Beltrán-Vargas (2018) mencionan que el fuego puede disminuir el 62% las semillas de *U. europaeus* disponibles sobre el suelo, pero las semillas enterradas no mueren y germinan en poco tiempo.

CONCLUSIONES

La mayoría de las investigaciones se concentra en estudios de ecología e historia de vida de *U. europaeus*, la especie se convierte en una especie invasora en ecosistemas transformados por el hombre para usos agropecuarios que tienen características como predominio de pastizales, suelos degradados, sin o con escasa cobertura de especies nativas, áreas abiertas y deforestadas. Posee numerosos atributos vitales que garantizan su supervivencia en condiciones ambientales adversas, entre ellos se destacan: ser una planta heliófila, tener bajos requerimientos de humedad en el suelo, capacidad para formar bancos de semillas con alta viabilidad durante tiempos prolongados y ausencia de competidores y depredadores en los ecosistemas que invade.

En cuanto a las acciones de manejo, el control biológico lidera las investigaciones en Europa y Norte América, en Centro América y Sur América son recientes y la mayoría se encuentran en desarrollo. Los estudios muestran que es posible lograr la erradicación de la especie con el uso de herbicidas, algunos con efectividad del 100%, pero con la posibilidad de que se establezca nuevamente y cause efectos nocivos sobre las especies nativas y la fauna edáfica.

A pesar de los elevados costos, la remoción manual sigue siendo la principal alternativa a nivel global para el control de *U. europaeus*, en complemento con procesos de restauración ecológica en los lugares donde la densidad de invasión es de 130,47 a 521,89 registros por cada 1100 km², el material vegetal obtenido de la remoción manual puede ser utilizado para la extracción de aceites esenciales, extracción de antioxidantes o materia prima para producción de agromanto, con el fin de dar un manejo sostenible.

En los documentos analizados solo el 6,6% trabaja en la distribución de *U. europaeus*, rango que está en constante expansión a nivel latitudinal y altitudinal. El mapa generado en la investigación evidencia que en Sur América el país con mayor densidad de registros de presencia es Colombia, dadas las condiciones ambientales y del territorio, este país es propenso al aumento de la invasión. Algunos vacíos de información son: la escasez de protocolos de introducción de especies controladoras de acuerdo a los experimentos realizados, la

responsabilidad en el uso de herbicidas, el uso del fuego como acción de manejo teniendo en cuenta el banco de semillas, el área que se va intervenir y estudios de sistemas de información geográfica que permitan predecir y modelar la distribución potencial de la especie invasora antes de su colonización.

Para suplir estos vacíos y obtener resultados favorables, en el control de *U. europaeus* a partir del análisis de la información, se sugiere combinar las diferentes técnicas, teniendo en cuenta las condiciones ambientales de cada lugar y las características de cada territorio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Investigaciones y al Grupo Ecología de Bosques Andinos Colombianos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, por sus contribuciones para el desarrollo de este documento.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses en el presente trabajo.

REFERENCIAS

- Aguilar-Garavito, M. (2010, septiembre 05). *Restauración ecológica en aéreas afectadas por la invasión de retamo espinoso en la Serranía el Zuque* [Tesis de Maestría]. Universidad de Alcalá, Rey Juan Carlos, Complutense y Politécnica de Madrid, Madrid.
- Aguilar-Garavito, M., Estupiñán-Suárez, L. M., Rojas-Sánchez, S. E., Isaacs-Cubides, P., Jurado-Bastidas, R. D., Londoño, M. C., & Silva-Arias, L. M. (2018). *Guía para la restauración ecológica de la región Subandina. Caso: Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen* [archivo PDF]. Recuperado de https://Guia%20Barbas%20Bremen_21, 5x28cm_11%20septiembre.pdf
- Anderson, S. A. J., & Anderson, W. R. (2010). Ignition and fire spread thresholds in gorse (*Ulex europaeus*). *International Journal of Wildland Fire*, 19(5), 589-598. <https://doi.org/10.1071/WF09008>
- Atlan, A., Barat, M., Legionnet, A. S., Parize, L., & Tarayre, M. (2010). Genetic variation in flowering phenology and avoidance of seed predation in native populations of *Ulex europaeus*. *Journal of Evolutionary Biology*, 23(2), 362-371. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2009.01908.x>
- Atlan, A., & Darrot, C. (2012). Les invasions biologiques entre *écologie* et sciences sociales: Quelles spécificités pour l'outre-mer français. *Revue d'Écologie, Terre et Vie*, 11, 101-112. https://hal.science/hal-03530760/file/bitstream_114565.pdf
- Balneaves, J. M., & Davenhill, N. A. (1990). Triclopyr-the forest managers alternative to 2,4,5-T?. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 20(3), 295-306. https://www.scionresearch.com/___data/assets/pdf_file/0010/59923/NZJFS203295BALNEAVES.pdf
- Barat, M., Tarayre, M., & Atlan, A. (2007). Plant phenology and seed predation: interactions between gorses and weevils in Brittany (France). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 124(2), 167-176. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2007.00565.x>
- Barrera-Cataño, J. I., Contreras-Rodríguez, S. M., Malambo-Duarte, N., Moreno-Cárdenas, A., Ocampo, R., Rodríguez-Perdomo, D., & Rojas-Rojas, J. (2019). *Plan de prevención, manejo y control de las especies de retamo espinoso (Ulex europaeus) y retamo liso (Genista monspessulana) en la jurisdicción CAR* [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5de68ac55d8be.pdf>
- Beltrán, G, H. E., & Barrera-Cataño, J. I. (2014). Characterization of *Ulex europaeus* invasions of different ages, as a tool for ecological restoration of Andean forests, Colombia. *Biota Colombiana*, 15, 3-26. <http://www.redalyc.org/pdf/491/49140740002.pdf>
- Beltrán, H. (2012). *Evaluación de matorrales y bancos de semillas en invasiones de Ulex europeus con diferente edad de invasión al sur de Bogotá DC-Colombia* [Trabajo de Maestría]. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Bernal, R., Galeano, G., Rodríguez, A., Sarmiento, H., & Gutiérrez, M. (2017). Nombres comunes de las plantas de Colombia. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/nombrescomunes/es/>
- Bonilla, A. F., & Bonilla, D. A. (2021). Synthesis and characterization of a novel Lignin-based biopolymer from *Ulex europaeus*: A Preliminary Study. *J*, 4(2), 101-115.
- Broadfield, N., & McHenry, M. T. (2019). A world of gorse: persistence of *Ulex europaeus* in managed landscapes. *Plants*, 8(11), 523. <https://doi.org/10.3390/j4020009>
- Carvajal, M., Vergara, A., Osorio, M., Sánchez, E., Ramírez, I., Velásquez, A., & Seeger, M. (2021). Anti-phytopathogenic activities and chemical composition of *Ulex europaeus* L. extracts. *Agriculture and Natural Resources*, 55(6), 1039-1048. <https://doi.org/10.34044/janres.2021.55.6.14>
- Castillo-Díaz, D., Contreras-Rodríguez, S., Basto, S & Alonso, C. (2016). *Distribución vertical de los bancos de semillas de Ulex europaeus y su implicación para la restauración ecológica en el Parque Forestal Em-*

- balse del Neusa, Cundinamarca, Colombia* [archivo PDF]. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/309677227_Distribucion_vertical_de_bancos_de_semillas_de_Ulex_europaeus_L_y_su_implicacion_para_la_restauracion_ecologica_en_el_Parque_Forestal_Embalse_del_Neusa_Cundinamarca_Colombia
- Castro, F. (2011). *Estrategia de control de Tojo-Ulex europaeus en campos forestales y ganaderos* [archivo PDF]. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12573/1/sad644P13-19.pdf>
- Ceccon, E. (2014). *Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. Madrid, España, Ediciones Díaz de Santos.
- Christina, M., Limbada, F., & Atlan, A. (2020). Climatic niche shift of an invasive shrub (*Ulex europaeus*): a global scale comparison in native and introduced regions. *Journal of Plant Ecology*, 13(1), 42-50 <https://doi.org/10.1093/jpe/rtz041>
- Clements, D. R., Peterson, D. J., & Prasad, R. (2001). The biology of Canadian weeds. 112. *Ulex europaeus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(2), 325-337. <https://doi.org/10.4141/P99-128>
- Cowley, J. M. (1983). Life cycle of *Apion ulicis* (Coleoptera: Apionidae), and gorse seed attack around Auckland, New Zealand. *New Zealand Journal of zoology*, 10(1), 83-85. <https://doi.org/10.1080/03014223.1983.10423893>
- Cubas, P., & Pardo, C. (1988). Morfología de las semillas del género *Ulex* (genisteae, papilionoideae). *Lagascalia*, 15, 275-283. <http://hdl.handle.net/11441/56552>
- Cubas, P., Pardo, C., & Tahiri, H. (2005). Genetic variation and relationships among *Ulex* (Fabaceae) species in southern Spain and northern Morocco assessed by chloroplast microsatellite (cpSSR) markers. *American Journal of Botany*, 92(12), 2031-2043. <https://www.jstor.org/stable/4125536>
- Culliney, T. W., Nagamine, W. T., & Teramoto, K. (2003). Introducciones para el control biológico en Hawái 1997-2001. *Actas de la Sociedad Entomológica de Hawái*, 36, 145-153.
- Davies, J. T., Ireson, J. E., & Allen, G. R. (2004). *The role of natural enemies in regulating populations of biocontrol agents on gorse (Ulex europaeus L.)* [archivo PDF]. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/267197176_The_efficacy_of_biological_control_agents_of_gorse_Ulex_europaeus_L_in_Tasmania/link/54d935ab0cf25013d041331a/download
- De Luis, M., Raventós, J., & González-Hidalgo, J. C. (2005). Factors controlling seedling germination after fire in Mediterranean gorse shrublands. Implications for fire prescription. *Journal of Environmental Management*, 76(2), 159-166. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.01.014>
- GBIF. (2022). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. <https://www.gbif.org/es/>
- Gränzig, T., Fassnacht, F. E., Kleinschmit, B., & Förster, M. (2021). Mapping the fractional coverage of the invasive shrub *Ulex europaeus* with multi-temporal Sentinel-2 imagery utilizing UAV orthoimages and a new spatial optimization approach. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 96, 102281. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102281>
- Harman, H. M., Syrett, P., Hill, R. L., & Jessep, C. T. (1996). Arthropod introductions for biological control of weeds in New Zealand, 1929-1995. *New Zealand Entomologist*, 19(1), 71-80. <https://doi.org/10.1080/00779962.1996.9722027>
- Herrera-Murillo, F., & Picado-Arroyo, G. (2022). Evaluación de herbicidas preemergentes para el control de arvenses en camote. *Agronomía costarricense*, 47(1), 59-71. <https://doi.org/10.15517/rac.v47i1.53949>
- Hill, R. L., Gourlay, A. H., & Fowler, S. V. (2000). The biological control program against gorse in New Zealand. *Proceedings of the X international Symposium on Biological Control of Weeds* (pp. 909-917). Montana, USA: Neal R. Spencer ed. <https://www.invasive.org/publications/xsymposium/proceed/13pg909.pdf>
- Hill, R. L., & Gourlay, A. H. (2002). Host-range testing, introduction, and establishment of *Cydia succedana* (Lepidoptera: Tortricidae) for biological control of gorse, *Ulex europaeus* L., in New Zealand. *Biological Control*, 25(2), 173-186. [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(02\)00057-9](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(02)00057-9)
- Hill, R., Ireson, J., Sheppard, A., Gourlay, A., Norambuena, H., Markin, G., Kong, R., & Coombs, E. (2008). A global view of the future for biological control of gorse, *Ulex europaeus* L. *Proceedings of the XII International Symposium on Biological Control of Weeds* (pp. 680-686). Wallingford, UK: CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781845935061.0680>
- Hill, R. L., Gourlay, A. H., & Barker, R. J. (2014). Survival of *Ulex europaeus* seeds in the soil at three sites in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 39(2), 235-244. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2001.9512734>
- Hornoy, B., Tarayre, M., Hervé, M., Gigord, L., & Atlan, A. (2011). Invasive plants and enemy release: evolution of trait means and trait correlations in *Ulex europaeus*. *PLoS One*, 6(10), e26275. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0026275>
- Imbert, J. B., Blanco, J. A., & Castillo, F. J. (2004). Gestión forestal y ciclos de nutrientes en el marco del cambio global. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, 17, 479-506. <https://doi.org/10.1016/j.braires.2009.12.004>
- Ireson, J. E., Gourlay, A. H., Holloway, R. J., Chatterton,

- W. S., Foster, S. D., Kwong, R. M. (2008). Host specificity, establishment and dispersal of the gorse thrips, *Sericothrips staphylinus* Haliday (Thysanoptera: Thripidae), a biological control agent for gorse, *Ulex europaeus* L. (Fabaceae), in Australia. *Biological Control*, 45(3), 460-471. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.03.002>
- Jayasekara, D., Chandrasiri, P. H. S. P., Dharmarathne, W. D. S. C., Prabhath, M. C., & Mahaulpatha, W. A. D. (2021). Implications of invasive shrub gorse (*Ulex europaeus* L.) eradication programs in horton plains national park, Sri Lanka: A case study from a tropical island. *Applied Ecology and Environmental Research*, 19(4), 3323-3341. <https://doi.org/10.15666/aeer/1904>
- Lee, W. G., Allen, R. B., & Johnson, P. N. (2011). Succession and dynamics of gorse (*Ulex europaeus* L.) communities in the dunedin ecological district South Island, New Zealand. *New Zealand journal of botany*, 24(2), 279-292. <https://doi.org/10.1080/0028825X.1986.10412678>
- León Cordero, R., Torchelsen, F. P., Overbeck, G. E., & Anand, M. (2016). Invasive gorse (*Ulex europaeus*, Fabaceae) changes plant community structure in subtropical forest-grassland mosaics of southern Brazil. *Biological Invasions*, 18, 1629-1643. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1106-5>
- León, O., & Vargas, O. (2009a). Sombreado artificial y natural en el control y restauración ecológica de áreas invadidas por *Ulex europaeus* (retamo espinoso). *Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas* (pp. 131-147). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- León, O., & Vargas, O. (2009b). Las especies invasoras: un reto para la restauración ecológica. *Restauración Ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas* (pp. 19-38). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- López-Hortas, L., Conde, E., Falqué, E., & Domínguez, H. (2016). Flowers of *Ulex europaeus* L.—Comparing two extraction techniques (MHG and distillation). *Comptes Rendus Chimie*, 19(6), 718-725. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2015.11.027>
- López-Rodríguez, A., Hernández, M., Carrillo-Galvez, A., Becerra, J., & Hernández, V. (2022). Phytotoxic activity of *Ulex europaeus*, an invasive plant on Chilean ecosystems: separation and identification of potential allelochemicals. *Natural Product Research*, 37(5), 769-775. <https://doi.org/10.1080/14786419.2022.2081851>
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., & De Poorter, M. (2000). *100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database*, Auckland, Nueva Zelanda, IUCN Species Survival Commission (SSC), Invasive Species Specialist Group. <https://portals.iucn.org/library/node/8565>.
- Markin, G. P., & Yoshioka, E. R. (1998). Introduction and Establishment of the Biological Control Agent *Apion ulicis* (Forster) (Coleoptera: Apionidae) for Control of the Weed Gorse (*Ulex europaeus* L.) in Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 33, 35-42. <http://hdl.handle.net/10125/16300>
- Markin, G. P., Conant, P., Killgore, E., & Yoshioka, E. (2002). Biological control of gorse in Hawaii: A program review. *Proceedings of workshop on biological control of native ecosystems in Hawaii* (pp. 53-61). Hawaii, USA: Pacific Cooperative Studies Unit, University of Hawaii at Manoa, Department of Botany. <http://www.hear.org/pcsu/techreports/pdfs/pcsutechreport-00129markinetal.pdf>
- McAlpine, K. G., Lamoureaux, S. L., Timmins, S. M., & Wotton, D. M. (2018). Can a reduced rate of herbicide benefit native plants and control ground cover weeds *New Zealand Journal of Ecology*, 42(2), 204-13. <https://dx.doi.org/10.20417/nzjecol.42.34>
- Medina-Villar, S., Vázquez de Aldana, B. R., Herrero, A., Pérez-Corona, M. E., & Gianoli, E. (2021). The green thorns of *Ulex europaeus* play both defensive and photosynthetic roles: consequences for predictions of the enemy release hypothesis. *Biological Invasions*, 24, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02648-8>
- Memmott, J., Fowler, S. V., & Hill, R. L. (1998). The Effect of Release Size on the Probability of Establishment of Biological Control Agents: Gorse Thrips (*Sericothrips staphylinus*) Released Against Gorse (*Ulex europaeus*) in New Zealand. *Biocontrol Science and Technology*, 8(1), <https://doi.org/10.1080/09583159830478>
- Moore, J. H., & Kennewell, M. (2010). The gorse (*Ulex europaeus*) eradication programme in Western Australia. *Proceedings of the seventeenth Australasian weeds conference* (pp. 107-110). Australia: Ascot Inn, Perth, Western Australia. <https://caws.org.nz/old-site/awc/2010/awc201011071.pdf>
- Muthulingam, P., & Marambe, B. (2022). The invasive weed Gorse (*Ulex europaeus* L.) in Sri Lanka: Implications of Naturalization over a Century. *Journal of Asian-Pacific Weed Science Society*, 4, 21-35. <https://weeds-apwss.scholasticahq.com/article/36836.pdf>
- Niño, Y., Vega, L. T., & Ruiz, B. (2018). Evaluation of the Energy Potential of the Gorse (*Ulex europaeus*) in the Generation of Electrical Energy by Gasification. *Journal of Chemical Engineering Transactions*, 64, 481-486. <http://doi.org/10.3303/CET1864081>
- Norambuena, H., Escobar, S., & Rodríguez, F. (2001). Control biológico de *Ulex europaeus* L.: Internación a Chile de dos poblaciones del bioagente *Agonopterix ulicetella* (Stainton) (Lepidoptera: Oecophoridae). *Agricultura Técnica*, 61(1), 82-88. <http://dx.doi.org/10.4067/>

- S0365-28072001000100009
- Norambuena, H., Martínez, G., Carillo, R. & Neira, M. (2007). Especificidad del huésped y establecimiento de *Tetranychus lintearius* (Acará: Tetranychidae) para el control biológico de la aulaga (*Ulex europaeus*). *Control biológico*, 26, 40–47.
- Ocampo-Zuleta, K., & Solorza-Bejarano, J. (2017). Banco de semillas de retamo espinoso *Ulex europaeus* L. en bordes del matorral invasor en un ecosistema zonal de bosque altoandino, Colombia. *Biota Colombiana*, 18(1), 89-98. <https://doi.org/10.21068/c2017.v18s01a05>
- Ocampo-Zuleta, K., & Beltrán-Vargas, J. (2018). Modelación dinámica de incendios forestales en los Cerros Orientales de Bogotá, Colombia. *Madera y bosques*, 24(3), 1-20. <http://doi10.21829/myb.2018.2431662>
- Pardo-Muras, M., Puig, C. G., López-Nogueira, A., Cavaleiro, C., & Pedrol, N. (2018). On the bioherbicide potential of *Ulex europaeus* and *Cytisus scoparius*: Profiles of volatile organic compounds and their phytotoxic effects. *PLoS One*, 13(10), 1-21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205997>
- Pinzón-García, P., Aguilar-Garavito, M., Quijano, M., Sierra, J., & Rubio, J. (2018). *Restauración Ecológica en Colombia: “Un compromiso de país”*, Bogotá D.C. Colombia, Red Colombiana de Restauración Ecológica, Universidad Católica de Oriente.
- Portilla Yela, J. (2019). *The invasive species Ulex europaeus modifies its seeds morphology and germination pattern as it moves up along an elevation gradient* [Tesis de Pregrado]. Universidad de los Andes, Bogotá. <http://hdl.handle.net/1992/45420>.
- Poveda, A. (2020). *Diagnostico participativo de la invasión de Retamo espinoso (Ulex europaeus L.) en la vereda Romeral del municipio de Sibate Cundinamarca* [Tesis de Pregrado]. Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/2998>
- Preest, D. (1980). Seasonal variation in seedling gorse susceptibility to four herbicides. *New Zealand Plant Protection*, 33, 165-169. <https://doi.org/10.30843/nzpp.1980.33.10670>
- POWO (2021, noviembre). “Plants of the World Online. Facilitado por Royal Botanic Gardens, Kew. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:23746-1%20>
- Ramírez-Rodríguez, J. R., Lezama-Sánchez, F., Flores-Tolentino, M., Castillo-Gutiérrez, A., Mosso-Mancilla, E., & Tovar-Sánchez, E. (2022). Primer registro de *Ulex europaeus* (Fabaceae, Faboideae) en México. *Acta Botánica Mexicana*, 129, 1-11. <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1987>
- Rathcke, B., & Lacey, E. P. (1985). Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual review of ecology and systematics*, 16(1), 179-214.
- Rees, M., & Hill, R. L. (2001). Large-scale disturbances, biological control and the dynamics of gorse populations. *Journal of Applied Ecology*, 38(2), 364-377. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.es.16.110185.001143>
- Rice, B. (2004) *Efects of the biological control agent, Tetranychus lintearius, on its host, Ulex europaeus* [Tesis de Maestría]. Universidad Estatal de Oregon, Oregon.
- Richardson, R. G. & Hill, R. L. (1998). The biology of Australian weeds. 34. *Ulex europaeus* L. *Journal of Plant Protection Quarterly*, 13(2), 46–58. cabdirect.org/cabdirect/abstract/19982303657
- Ríos, H. (2005). *Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasoras en el distrito capital: complejo invasor Retamo espinoso (Ulex europaeus) Retamo liso (Teline monspessulana)*, Bogotá, Colombia, Jardín Botánico de Bogotá “José Celestino Mutis”. http://catalogo.jbb.gov.co/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=1836&shelfbrowse_itemnumber=2477#shelfbrowser
- Rivera-Díaz, A. (2015). *Efecto de las eliminaciones sucesivas de la vegetación en pie sobre el reclutamiento de Ulex europaeus, en matorrales de diferentes edades en Bogotá DC en Colombia* [Tesis de Maestría]. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Rolando, C. A., Gous, S. F., & Watt, M. S. (2011). Preliminary screening of herbicide mixes for the control of five major weed species on certified Pinus radiata plantations in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 41, 165-175. <https://digitalnz.org/records/29929002>
- Rolston, M. P., & Devantier, B. P. (2012). Alternative herbicides to 2, 4, 5-T for gorse control. *Journal of Experimental Agriculture*, 11(1), 91-94. <https://doi.org/10.1080/03015521.1983.10427735>.
- Salgado-Negret, B., Baptiste, M.P. & Vásquez, M. (2017). Explorando los mecanismos que promueven las invasiones biológicas y su impacto sobre los ecosistemas: Importancia de las estrategias funcionales de las especies. *Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia* (pp. 57-63) Bogotá, Colombia: Cárdenas-López, D., Baptiste, M. P., & Castaño, N. (Eds).
- Shamoun, S. F., & Elliott, M. (2022). Comparative Efficacy of *Chondrosterum purpureum* and Chemical Herbicides for Control of Resprouts in Tanoak and Bay Laurel. *Pathogens*, 11(5), 485. <https://doi.org/10.3390/pathogens11050485>
- Sher, A. A., & Hyatt, L. A. (1999). The disturbed resource-flux invasion matrix: a new framework for patterns of plant invasion. *Biological Invasions*, 1, 107-114. <https://doi.org/10.1023/a:1010050420466>
- Sixtus, C. R., Hilf, G. D., & Scott, R. R. (2004). Variation



- in gorse (*Ulex europaeus* L.) seed production and viability in the South Island of New Zealand. *Agronomy Society of New Zealand*, 34, 31-41. https://www.agronomysociety.org.nz/files/2004_5._Gorse_seed_prod_and_viability_in_SI.pdf
- Thapa, S., Chitale, V., Joshi, S., Bisht, N., & Shrestha, B. (2018). Understanding the dynamics in distribution of invasive alien plant species under predicted climate change in Western Himalaya. *PLoS One*, 13(4), e0195752. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195752>
- Udo, N., Darrot, C., Tarayre, M., & Atlan, A. (2016). Histoire humaine et naturelle d'une invasion biologique. *Revue d'ethnoécologie*, 9(1), 3-40. <https://doi.org/10.4000/ethnoecologie.2724>
- Udo, N., Tarayre, M., & Atlan, A. (2017). Evolution of germination strategy in the invasive species *Ulex europaeus*. *Journal of Plant Ecology*, 10(2), 375-385. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtw032>
- Vargas, L. (2018). Identificación de los patrones de actividad de *Cavia aperea*, un roedor vinculado con el Retamo espinoso (*Ulex europaeus*) en el sector de Chapinero-Parque forestal embalse del Neusa, Departamento de Cundinamarca, Colombia [Tesis de pregrado]. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/35620>
- Viljoen, B. D., & Stoltsz, C. W. (2007). Evaluation of selected herbicides for the control of European gorse (*Ulex europaeus* L) by cut-stump and foliar treatment. *South African Journal of Plant and Soil*, 24(2), 130-132. <https://doi.org/10.1080/02571862.2007.10634794>
- Yamoah, E., Jones, E. E., Weld, R. J., Suckling, D. M., Waipara, N., Bourdôt, G. W., & Stewart, A. (2008). Microbial population and diversity on the exoskeletons of four insect species associated with gorse (*Ulex europaeus* L.). *Australian Journal of Entomology*, 47(4), 370-379. <https://doi:10.1111/j.1440-6055.2008.00655.x>