TRABAJO FIN DE GRADO

Análisis de Especies Exóticas Invasoras: caso práctico sobre la eliminación de Tradescantia fluminensis en el río Gafos
Análise das Especies Exóticas Invasoras: caso práctico sobre a eliminación da Tradescantia fluminensis no río Gafos
Analysis of Invasive Alien Species: a case study on the elimination of Tradescantia fluminensis in the Gafos river

Grado en Ingeniería Forestal

Alumno:	**Tomás López Pereira**
Tutores del trabajo:	**Xana Álvarez Bermúdez**
	Gonzalo Sancho Blanco

Universida de Vigo

TRABAJO FIN DE GRADO

Análisis de Especies Exóticas Invasoras: caso práctico sobre la eliminación de *Tradescantia fluminensis* en el río Gafos
Análise das Especies Exóticas Invasoras: caso práctico sobre a eliminación da *Tradescantia fluminensis* no río Gafos
Analysis of Invasive Alien Species: a case study on the elimination of *Tradescantia fluminensis* in the Gafos river

Grado en Ingeniería Técnica Forestal

Documento:

MEMORIA

ÍNDICE:

1. Introducción…… 4
2. Objetivos…… 5
3. Río Gafos…… 6
   3.1 Descripción del río…… 6
   3.2 Flora y fauna del río…… 6
   3.3 Vaipoporío…… 7
4. Revisión bibliográfica sobre las Especies Exóticas Invasoras…… 9
   4.1 Definiciones para Especie Exótica Invasora…… 9
   4.2 Listados de Especies Exóticas Invasoras…… 9
   4.3 Vías de entrada…… 14
   4.4 Proceso invasivo…… 14
   4.5 Impacto y problemática…… 15
   4.6 Prevención de la invasión…… 16
   4.7 Métodos generales de eliminación…… 17
5. Marco normativo que afecta a las invasoras…… 20
   5.1 Marco normativo europeo…… 20
   5.2 Marco normativo estatal…… 20
6. *Tradescantia fluminensis*…… 23
   6.1 Descripción de la especie…… 23
   6.2 Potencial invasor…… 25
   6.3 Catalogación como invasora…… 25
7. Descripción de las zonas…… 27
8. Métodos de eliminación específicos para la *Tradescantia fluminensis* analizados para la zona de estudio…… 30
9. Elección del método para su eliminación…… 35
10. Instalación de las parcelas…… 36
11. Análisis de las muestras de suelo…… 37
   11.1 Resultados de los análisis de suelo…… 37
12. Incidentes durante el experimento…… 39
   12.1 Desperfectos por actividad humana…… 39
   12.2 Desperfectos por climatología…… 40
13. Resultados obtenidos…… 41
14. Discusión de los resultados…… 47
15. Conclusiones…… 49
16. Propuestas de actuación…… 50
17. Guía de eliminación de Especies Exóticas Invasoras…… 51
18. Bibliografía…… 55

Anexos…… 57
   I. Fotografías de la tormenta "Ana" en el río Gafos…… 58
   II: Comparativa de las parcelas en su instalación y su final…… 60

Planos:
   1. Plano situación del río en la comunidad
   2. Plano de espacios protegidos
   3. Plano situación zonas en el río
   4. Plano detallado de las zonas

1. INTRODUCCIÓN

Las invasiones por parte de ciertas especies son, a día de hoy, uno de los grandes problemas que surgen en multitud de hábitats. Estas especies, que en su entorno no son perjudiciales, una vez que llegan a un nuevo ecosistema y se dan las condiciones idóneas para dicha especie pueden generar un problema a la hora de desplazar e incluso erradicar especies autóctonas. Especies invasoras las hay alrededor del mundo, además son tanto animales como vegetales pasando por algas y hongos. Estas especies, a medida que crece la preocupación por su invasión son estudiadas para desarrollar técnicas que traten de controlarlas y/o erradicarlas de las zonas en las que está causando esa problemática. Hay multitud de factores que influyen en la eliminación de estas especies, algunos son la zona en la que se encuentren estas especies, así como la climatología de la zona u otras especies que puedan limitar o no su expansión, otro factor es el propio comportamiento de la especie en determinados ambientes.

En este proyecto se pretende hacer una pequeña revisión bibliográfica de todas las de características que hacen que una especie sea invasora, además de confeccionar una lista de métodos de eliminación. A continuación, se aplicarán todos estos conocimientos en una zona de Pontevedra en la que están presentes este tipo de especies. Este caso práctico se centra en el estudio para su eliminación en el río Gafos.

Para completar este recorrido, se mostrará un experimento que se realizó con la asociación pontevedresa Vaipolorío en el río Gafos, un río de dicha provincia. Este experimento consiste en el estudio de una de las especies invasoras que está causando más problemas en el río, la *Tradescantia fluminensis*. Se pretende dar a conocer esta especie, cómo se comporta y cómo se podría llegar a controlar o erradicar.

Para la eliminación de estas especies se financian numerosos proyectos, un ejemplo de esto es la campaña para la prevención, minimización y eliminación de Especies Exóticas Invasoras que está promovida por la Federación Española de Municipios y Provincias y en colaboración con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-Ministerio para la Transición Ecológica. Esta campaña pretende informar sobre las especies exóticas invasoras y su problemática, así como, incorporar programas de eliminación o reducción de dichas especies en el medio urbano y prevenir la incorporación de nuevas especies invasoras.

2. OBJETIVOS

Para realizar un proyecto hay que establecer unos objetivos principales para saber el camino a seguir. En este proyecto se establecieron una serie de objetivos, los cuales se pretenden cumplir en su totalidad, son los siguientes:

- En primer lugar, se pretende hacer una pequeña revisión bibliográfica sobre algo tan importante como las Especies Exóticas Invasoras, tratando temas relacionados con estas especies como pueden ser su comportamiento, cómo invaden nuevos territorios o métodos de eliminación o control en un ámbito más general, pues cada especie tiene sus propios métodos de eliminación.
- A continuación, se analizará el nivel de presencia y afección de la *Tradescantia fluminensis* en el río Gafos, en la provincia de Pontevedra. Además, se propondrán zonas de estudio para evaluar su posible eliminación.
- Se pretende, también, evaluar los métodos que hay a nivel mundial para eliminar esta especie. Se analizarán los existentes y se seleccionarán aquellos que se consideren más idóneos para la especie y zona tratada.
- Con los métodos evaluados se quiere ver, además, si su aplicación en un río de Pontevedra, el cual está muy afectado por esta invasión, es eficaz y cuáles podrían ser los pasos a seguir para su posible eliminación.
- Por último, para este río se pretende hacer una guía de actuación contra las especies invasoras, poniendo ejemplos y que así sea más sencillo el eliminar una especie invasora en este entorno.

3. RÍO GAFOS

3.1. Descripción del río

El río Gafos se localiza en la provincia de Pontevedra, su nacimiento se encuentra en Figueirido y desemboca en el río Lérez, que pasa por la ciudad de Pontevedra. Su longitud es de unos 11 kilómetros aproximadamente, cuenta con numerosos afluentes que lo nutren de agua fresca, algunos de ellos son o rego de Antiguidá, río Miñoto o Filgueira, Ponte Bala, río de Bois, o Barco, Pombal y Pintos.

Este río es atravesado a lo largo de todo su trayecto para así facilitar la comunicación de la población de ambas riberas, son 16 los puentes de los que se habla, dos de sus puentes más importantes son los de las carreteras provincial y nacional N-550 y EP-0002, el resto son puentes más pequeños por los que pasa una menor cantidad de automóviles y principalmente pasan personas a pie. Este río fluye paralelo a la carretera nacional N-550 que une Pontevedra y Vigo, además se encuentra paralela la vía del tren, ambas durante gran parte del trayecto del río.

El Gafos transcurre durante la mayor parte de su longitud al aire libre, pero al llegar a la ciudad es encauzado y en algún tramo se conduce bajo tierra. Durante casi todo su recorrido va acompañado de un sendero por el que pasa mucha gente paseando, haciendo deporte o caminantes que van hacia Santiago haciendo el camino pues este sendero se encuentra en el camino de Santiago en una de sus variantes, la del camino portugués que entra a Pontevedra por la senda del Gafos. Este río desemboca en el río Lérez en la ciudad de Pontevedra, más concretamente en el barrio de As Corbaceiras, donde se encuentra el gremio de mareantes de Pontevedra.

Su caudal es muy variable durante todo el año, experimentando crecidas durante los meses más lluviosos y sequías durante el verano, coincidiendo con los meses en los que hay menos precipitaciones. Otro aspecto importante que afecta al caudal del río es el uso del agua por parte de los vecinos de la zona, que emplean sus aguas principalmente para riego de las fincas de cultivo que se pueden encontrar en ambos márgenes del río.

Con el constante crecimiento de la población, durante todo el recorrido del río es raro no ver casas a su alrededor, en ocasiones estar tan cerca de la población afecta a la vida y sanidad del río, pues si se produce un vertido afecta a gran parte del río.

Una vez que el río llega a Pontevedra, en la zona de la estación de tren, se encauza y se puede apreciar la obra que se hizo para tener una senda fluvial que pasa por el centro de Pontevedra, teniendo un sendero de tierra y en algunas zonas una pasarela de madera. Cuando llega a la zona de Campolongo el río se canaliza y va bajo tierra durante unos 500 metros aproximadamente y sale de nuevo a la superficie en su tramo para desembocar en la zona de As Corbaceiras anteriormente mencionada.

3.2. Flora y fauna del río

El entorno del río Gafos es un entorno muy rico biológicamente hablando, en él podemos encontrar multitud de especies tanto animales como vegetales. Tanto autóctonas como invasoras además de especies anuales y temporales en el caso de las especies vegetales y en el caso de la fauna también hay animales que están por la zona en épocas de migración.

Al ir por la senda del río, se puede apreciar el canto de multitud de aves que por allí vuelan y tienen sus nidos instalados, *Erithacus rubecula*, *Turdus merula*, *Passer domesticus*, *Parus major* o *Turdus philomelos* son algunos de los que se pueden encontrar en este río de la provincia de Pontevedra. Hay hasta 110 especies diferentes de aves recogidas en el libro "Aves do río Gafos" editado por la Diputación de Pontevedra y realizado por el biólogo Ramón Sineiro de Saá, bajo el apoyo de la Asociación Vaipolorío.

En cuanto a especies acuáticas en este río hay una gran variedad, algunas de las especies de agua dulce que se pueden encontrar son el *Salmo trutta, Squalius carolitertii* o *Anguilla anguilla*. Este río desemboca en la ría de Pontevedra, que posee una salinidad más alta, por lo que también hay especies propias de estas características como el *Mugil cephalus* o el *Pleuronectes platessa.*

Los animales que más se pueden encontrar en el río son artrópodos, y dentro de esta clasificación se pueden apreciar dos clases, arácnidos e insectos, siendo estos últimos los que más variedad de especies presentan en este río. Los insectos en este río tienen especies de los órdenes hemiptera, coleóptera, lepidoptera, hymenoptera, diptera, phasmida y odonata.

Los ejemplares de mamíferos son importantes y se pueden observar con facilidad a lo largo del cauce del río, muchas de estas especies se pueden apreciar también en algunas zonas de la comunidad con similares características. Como mamíferos voladores hay dos especies de murciélagos, *Myotis daubentonii* y *Pipistrellus pipistrellus*, mientras que como mamíferos acuáticos se puede encontrar *Lutra lutra*. Otros mamíferos que se pueden encontrar en el ríos son, *Sus scrofa*, *Vulpes vulpes*, *Meles meles*, *Neovison vison* o *Mustela nivalis* entre otros.

También se pueden encontrar en este río varios ejemplares de reptiles, entre ellos varias especies de culebras y varias de lagartos y lagartijas como pueden ser *Malpolon monspessulanus*, *Rhinechis scalaris* y *Natrix maura* como representación de las culebras. Mientras que de especies de lagartos y lagartijas se pueden encontrar la *Lacerta schreiberi*, *Lacerta viridis*, *Podarcis bocagei* y la *Zootoca vivípara*.

En el río Gafos se pueden encontrar numerosas especies vegetales, tanto anuales como de temporada. Ejemplos de ambas serían los siguientes, para las especies anuales se pueden apreciar diferentes especies de robles (*Quercus robur, Quercus suber, Quercus rubra*) así como abedules (*Betula alba*) y castaños (*Castanea sativa*), entre muchos otros. Dos de los ejemplos más claros de especies de temporada que ven casi imposibilitado su crecimiento por la invasión de la *Tradescantia fluminensis* son el narciso (*Narcissus cyclamineus*) y el jacinto silvestre (*Hyacintoides paivae*). En este espacio también se pueden encontrar especies invasoras cuya incidencia, dependiendo de la especie que se trate, es mayor o menor pero todas son importantes, algunas de las invasoras más importantes que se pueden encontrar a lo largo de la senda del río Gafos, *Robinia pseudoacacia*, *Cortaderia selloana* y como no podía faltar la especie de este estudio, la *Tradescantia fluminensis.* Estas especies son algunas de las que se pueden encontrar, y como ya se ha mencionado son de las más importante debido al nivel de invasión en el que se encuentran, sobre todo *Tradescantia* y *Robinia*, cuyo nivel de invasión es altísimo ya que han conseguido desplazar a especies autóctonas e incluso impedir el crecimiento de algunas especies de temporada.

También hay presencia micológica en el cauce del río, algunas de las especies presentes son, *Agaricus arbesis*, *Armillaria mellea*, *Coprinus xanthotrix*, *Mutinus elegans* y *Poliporus squamosus*.

3.3. Vaipolorío

Vaipolorío es una asociación ecologista con domicilio social en Pontevedra y que nace de la necesidad de recuperar uno de los entornos naturales más importantes de la ciudad de Pontevedra debido a la falta de preocupación que mostraban las diferentes instituciones locales, provinciales y autonómicas por el entorno del río Gafos.

En un comienzo las actuaciones sobre el río las realizaron diferentes asociaciones vecinales y culturales de la zona, pero más tarde debido a diferentes condicionantes se creó Vaipolorio, una asiciacion por y para el río dos Gafos. Esta asociación se fundó en el año 2001 y sus ámbitos de actuación están en Vilaboa y Pontevedra, tienen su domicilio legal en el preescolar de Cabanas, en Salcedo, Pontevera.

Las principales funciones que posee esta asociación son las de promoción y cuidado del río, desde su nacimiento hasta su desembocadura. Pelean por una correcta sanidad buscan todas aquellas actividades y acciones que beneficien al río.

Para lograr esto un punto importante es concienciar a la ciudadanía, y por ello realizan rutas por el río y multitud de charlas, además de hacer limpiezas periódicas del río y sus márgenes, catalogaciones de fauna y flora, recuperación de la toponimia local, y multitud de acciones más para la mejora de este entorno natural.

Gracias a las acciones que han realizado se les han sido otorgados numerosos reconocimientos, el primero de ellos en 2001, el “Premio Cidade de Pontevedra”, y el más reciente el “Premio COGAVE (Confederación Galega de Asociacións Veciñais)” en el 2017.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LAS ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS

4.1. Definiciones para Especie Exótica Invasora

Cada autor u organismo que se dedica al estudio de las especies exóticas invasoras tiene su propia definición para una de estas especies y es por eso que dependiendo de la fuente que se consulte se pueden apreciar diferencias entre las definiciones, aunque todas parten de una misma base y todas son similares. A continuación se plantean algunas de esas definiciones de diferentes autores u organismos:

- *"Cuando una especie, proveniente de un área geográfica diferente se introduce de forma intencionada o accidental en un área en que se naturaliza, es capaz de reproducirse y propagarse aumentando su extensión y afectando de alguna forma al ecosistema al que invade, la denominamos especie invasora."* (Fagúndez & Barrada, 2007)
- *"Se refiere a las especies invasoras cuya introducción y propagación amenaza a los ecosistemas, hábitats o especies, produciendo daños económicos o ambientales."* (Mouriño et al., 2007)
- *"La que se introduce o establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural y que es un agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa, sea por su comportamiento invasor, o por el riesgo de contaminación genética."* (Capdevila-Argüelles et al., 2012)
- "*Alien species, also known as exotic, introduced or non-native species, are species, subspecies, or lower taxon occurring outside of the range they occupy naturally or could not occupy without direct or indirect introduction or care by humans. Although the majority of alien species cause no harm, some alien species spread very rapidly and can harm biological diversity, human health, and/or economic and esthetic values. These harmful species are called invasive alien species"* (DAISIE, 2003). Cuya traducción corresponde con:

  "Especies alóctonas, también conocidas como exóticas, introducidas o no-nativas, son especies, subespecies, o taxones inferiores que se desarrollan fuera del rango que ocupan naturalmente o el cual no podrían ocupar sin la introducción directa o indirecta o sin ser cuidados por humanos. Aunque la mayoría de las especies exóticas no causan daños, algunas se extienden rápidamente y pueden dañar la diversidad biológica, la salud humana, y/o los valores económicos o estéticos. Estas especies dañinas se llaman especies exóticas invasoras."

- "*Se define la planta alóctona invasoracomo aquella que se reproduce y expande de manera natural, sin la ayuda directa del hombre, en ambientes naturales o seminaturales y que produce algún cambio significativo o alguna perturbación en lo que se refiere a la composición, estructura o funcionamiento del ecosistema."* (Sanz et al., 2004)

4.2. Listados de especies exóticas invasoras

Este proyecto está enfocado hacia las Especies Exóticas Invasoras vegetales, y dependiendo del organismo que se consulte aparecerán unas u otras dependiendo también de la región que dichos organismos traten. A continuación, se enumerarán las especies exóticas invasoras según diferentes organizaciones.

Según el GISD (Global Invasive Species Database), estas son las especies vegetales invasoras incluidas en el top 100 de las peores especies invasoras del mundo.

LISTADO DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS MÁS IMPORTANTES EN EL MUNDO	
Acacia mearnesii	*Melaleuca quinquenervia*
Ardisia elliptica	*Miconia calvescens*
Arundo donax	*Mikania micrantha*
Caulerpa taxifolia	*Mimosa pigra*
Cecropia peltata	*Morella faya*
Chromolaena odorata	*Opuntia stricta*
Cinchona pubescens	*Pinus pinaster*
Clidemia hirta	*Psidium cattleianum*
Eichhornia crassipes	*Pueraria montana var. Lobata*
Euphorbia ésula	*Rubus ellipticus*
Polygonum cuspidatum	*Salvinia molesta*
Hedychium gardnerianum	*Schinus terebinthifolius*
Hiptage benghalensis	*Spartina anglica*
Imperata cylindrica	*Spathodea campanulata*
Lantana camara	*Sphagneticola trilobata*
Leucaena leucocephala	*Tamarix ramosissima*
Ligustru mrobustum	*Ulexe uropaeus*
Lythrum salicaria	*Undaria pinnatifida*

Según el DAISE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe), estas serían las peores especies de plantas incluidas en su top 100 de especies invasoras en Europa:

ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS MÁS IMPORTANTES EN EUROPA SEGÚN EL DAISE
Acacia dealbata
Ailanthus altissima
Ambrosia artemisiifolia
Campylopus introflexus
Carpobrotus edulis
Cortaderia selloana
Echinocystis lobata
Fallopia lobata
Fallopia japónica
Hedychium gardnerianum
Heracleum mantegazzianum
Impatien sglandulifera
Opuntia ficus-indica
Oxalis pes-caprae
Paspalum paaspaloides
Prunus serótina
Rhododendron ponticum
Robinia pseudoacacia
Rosa rugosa

La Comisión Europea establece el siguiente listado como especies invasoras preocupantes en la Unión.

ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS PREOCUPANTES PARA LA COMISIÓN EUROPEA
Alternanthera philoxeroides
Asclepias syriaca
Baccharis halimifolia
Cabomba caroliniana
Eichhornia crassipes
Elodea nuttallii
Gunnera tinctoria
Heracleum mantegazzianum
Heracleum persicum
Heracleum sosnowskyi
Hydrocotyle ranunculoides
Impatiens glandulifera
Lagarosiphon major
Ludwigia grandiflora
Ludwigia peploides
Lysichion americanus
Microstegium vimineum
Myriophyllum aquaticum
Myriofhyllum heterophylum
Parthenium hysterophorus
Pennisectum setaceum
Persicaria perfoliata
Pueraria montana

Según el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-Ministerio para la Transición Ecológica del Gobierno de España el listado con las especies exóticas invasoras recogidas en el catálogo español de dichas especies es el siguiente:

ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN ESPAÑA	
Acacia dealbata	*Fallopia baldschuanica*
Acacia farnesiana	*Fallopia japónica*
Acacia salicina	*Furcraea foetida*
Agave americana	*Hedychium gardnerianum*
Ageratina adenophora	*Heracleum mantegazzianum*
Ageratina riparia	*Hydrocotyle ranunculoides*
Ailanthus altissima	*Ipomoea indica*
Alternanthera philoxeroides	*Leucaena leucocephala*
Ambrosia artemisiifolia	*Ludwigia spp.*
Araujia sericifera	*Maireana brevifolia*
Arbutus unedo	*Myriophyllum aquaticum*
Arundo donax	*Nassella neesiana*
Asparaqus asparagoides	*Nymphaea mexicana*
Atriplex semilunaris	*Opuntia dillenii*
Azolla spp.	*Opuntia máxima*
Baccharis halimifolia	*Opuntia stricta*
Buddleja davidii	*Oxalis pes-caprae*
Cabomba caroliniana	*Pennisetum clandestinum*
Calotropis procera	*Pennisetum purpureum*
Carpobrotus acinaciformis	*Pennisetum setaceum*
Carpobrotus edulis	*Pannisetum villosum*
Centranthus ruber	*Phoenix dactylifera*
Cortaderia spp.	*Pistia stratiotes*
Cotula coronopifolia	*Ricinus communis*
Crassula helmsii	*Salvinia spp.*
Cylindropuntia spp.	*Senecio inaquidens*
Cytomium falcatum	*Spartina alternifolia*
Cytisus scoparius	*Spartina densiflora*
Egeria densa	*Spartina patens*
Eichhornia crassipes	*Spartium junceum*
Elodea canariensis	*Tradescantia fluminensis*
Elodea nuttallii	*Ulex europaeus*
Eschascholzia californica	

A nivel Galicia, la Consellería de Medio Ambiente e Ordenación do Territorio de la Xunta de Galicia recoge las siguientes especies como Especies Exóticas Invasoras dentro de la comunidad autónoma:

ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN GALICIA

Acacia dealbata	*Gamochaeta spicata*
Abutilon theophrasti	*Gladiolus undunatus*
Acer negundo	*Hakea serícea*
Agave americana	*Helichrysum petiolare*
Ailanthus altissima	*Hydrocotyle bonariensis*
Amaranthus retroflexus	*Ipomoea indica*
Ambrosia artemisiifolia	*Juncus tenuis*
Araujias ericifera	*Lonicera japónica*
Arctotheca caléndula	*Ludwigia grandiflora*
Artemisia verlotiorum	*Matthiola incana*
Arundo donax	*Mirabilis jalapa*
Azolla filiculoides	*Oenothera glazioviana*
Bacopa monnieri	*Opuntia humifusa*
Bidens aurea	*Oxalis pes-caprae*
Bromus catharticus	*Panicum dichotomiflorum*
Buddleja davidii	*Paspalum dilatatum*
Calendula officinalis	*Petasites fragans*
Carpobrotus edulis	*Phytolacca americana*
Chamomilla suaveolens	*Prunus laurocerasus*
Chenopodium ambrosioides	*Reynoutria japonica*
Conyza canadensis	*Robinia pseudoacacia*
Coronopus didymus	*Salpichroa origanifolia*
Cortaderia selloana	*Senecio mikanioides*
Cotula coronopifolia	*Setaria parviflora*
Crocosmia x crocosmiiflora	*Solanum chenopodioides*
Cyperus eragrostis	*Sorghum halepense*
Datura stramonium	*Spartina patens*
Dittrichia viscosa	*Sporobolus indicus*
Egeria densa	*Stenotaphrum secundatum*
Eichhornia crassipes	*Tradescantia fluminensis*
Eleocharis bonariensis	*Tropaeolum majus*
Eleusine tristachya	*Veronica Persia*
Eragrostis curvula	*Vinca difformis*
Erigeron karvinskianus	*Xanthium spinosum*
Eschscholzia califórnica	*Yucca gloriosa*
Ficus carica	*Zantedeschia aethiopica*
Galinsoga parviflora	

4.3. Vías de entrada

Según Mouriño et al., (2004) las especies exóticas invasoras tienen varias formas de entrar en un nuevo territorio aunque se pueden agrupar en tres grandes grupos que se recogen brevemente a continuación:

4.3.1. Introducciones intencionadas: Aquellas que se hacen de forma intencionada por el ser humano, que introduce estas especies en un nuevo medio conociendo los riesgos que esta acción trae consigo.

4.3.2. Introducciones no intencionadas: Aquellas que se producen de forma accidental, aunque siempre ocurren por medio de los humanos y están relacionadas con las vías de entrada a través de las cuales estas especies llegan a un nuevo territorio.

4.3.3. Introducciones negligentes: Estas introducciones pueden venir dadas por dos motivos, el primero es por un posible escape de una especie invasora de un centro en el que estaba controlada, y la segunda es una en las que no se tomaron las medidas de seguridad suficientes para que no se produjera esta introducción.

4.4. Proceso invasivo

Mouriño et al., en 2007 expuso en su libro "As especies exóticas invasoras en Galicia" que una invasión biológica comienza cuando una especie alóctona es trasladada de su lugar de origen a uno nuevo. Hay que puntualizar que no todas sobreviven a este viaje ni que todas estas especies a su llegada serán invasoras potenciales. En ocasiones las especies alóctonas que llegan se asientan y consiguen sobrevivir y establecer una nueva población llegando a naturalizarse en ese nuevo territorio. En ocasiones, se dan las condiciones adecuadas para que estas especies puedan reproducirse y propagarse sin control llegando a invadir el ecosistema receptor, y con el tiempo, pueden llegar incluso a invadir más ecosistemas. De todas las especies alóctonas introducidas, no todas llegan a convertirse en invasoras, de ellas son una mínima parte las que lo consiguen, pero ello no quita que esto sea una situación arriesgada. A este proceso hay que añadir dos puntualizaciones que hacen que haya procesos invasivos que pasen inadvertidos:

I. En ocasiones, las especies exóticas que llegan a un nuevo territorio presentan una tasa de población muy baja, manteniendo esta condición durante muchos años, lo que se denomina periodo de latencia. Una vez pasado este periodo sufren una explosión demográfica muy fuerte invadiendo muchísima superficie de terreno. (Hobbs et al., 1994; Kean et al., 2000; Mack et al., 2000)

II. En otras ocasiones la nueva especie introducida no se convierte en invasora hasta que se van introduciendo más especies e interactúa con ellas convirtiéndose en invasora de esa forma, a este proceso se le llama "complejo de invasión" (Simberloff et al., 1999; Grosholz, 2004; Simberloff, 2006).

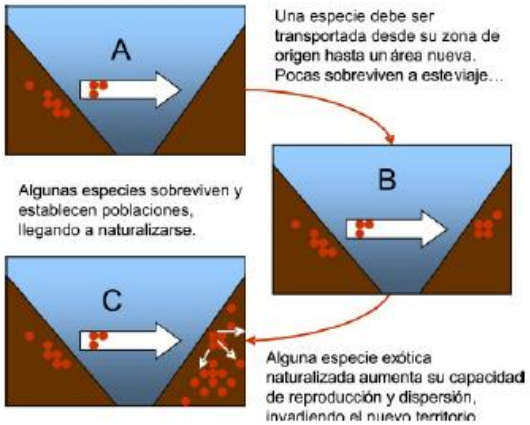


Ilustración 1: Proceso invasivo.
Fuente: As Especies Exóticas Invasoras en Galicia: Diagnóstico da Situación Actual e Propostade Liñas de Actuación.

4.5. Impacto y problemática

Muchas de las especies introducidas en ecosistemas que no son los propios no causan problemas. Pero otras, por el contrario, sí los causan, llegando a crear varios problemas a diferentes escalas ya que afectan desde el ecosistema receptor hasta el medio socioeconómico de la zona, así como a la salud humana. Así lo refleja Fagúndez et al., en su libro publicado en el 2007, donde se detallan algunos de estos impactos. A continuación,se hace una breve exposición de los problemas e impactos más importantes que causan las especies exóticas invasoras cuando invaden un nuevo ecosistema según dichos autores:

4.5.1. Impactos sobre los ecosistemas: Las Especies Exóticas Invasoras pueden afectar directamente a las condiciones del hábitat al que invaden, afectando a las condiciones ambientales, cadena trófica y al ciclo de nutrientes. En el caso de la flora, afectan al ciclo de nutrientes, a la insolación, a la cantidad y riqueza de hummus entre otros muchos. En cuanto a la fauna, el caso más llamativo es el desplazamiento de especies, como por ejemplo los polinizadores.

4.5.2. Impactos sobre flora autóctona: La pérdida o degradación del hábitat y la invasión por parte de otras especies son dos causas principales de pérdida de especies autóctonas. En el caso de las especies invasoras vegetales, afectan a multitud de aspectos que finalmente afectan a las especies autóctonas causando su pérdida. Algunos de estos aspectos son los que afectan al ciclo hidrológico o la nitrificación del suero, e incluso en algunos casos pueden llegar a afectar en materia de incendios. Otro aspecto importante es la pérdida de las especies autóctonas más sensibles o incluso su hibridación, perdiendo diversidad biológica. Esto último si lo trasladamos a una escala global lo que se consigue es una homogeneización de los hábitats en cuanto a especies, transformando multitud de estos que tardaron miles de años en formar su gran diversidad.

4.5.3. Daños socioeconómicos: Los principales daños socioeconómicos que provocan las invasoras que compiten con las especies de cultivo nativas y que sirven de sustento a la población local. Otras pueden llegar a impedir que se pastoree en esa zona debido a la toxicidad que presentan y que puede afectar de forma severa al ganado. Algunas pueden dañar estructuras creadas por el ser humano, tales como edificios o vías de comunicación como carreteras por ejemplo.

4.5.4. Alergias a las invasoras: Estas especies pueden provocar reacciones alérgicas, principalmente provocadas por su polen y sobre todo en épocas de polinización, que dependiendo de la especie puede variar en la época del año.

4.5.5. Toxicidad de las invasoras: Muchas especies invasoras presentan mecanismos de defensa ante los depredadores, como puede ser producir sustancias tóxicas. Dependiendo de la especie, estas sustancias las producirán en diferentes partes de su estructura. Estas sustancias pueden tener efectos negativos muy variados dependiendo de la especie, desde afectar al sistema digestivo y renal hasta al sistema nervioso.

4.6. Prevención de invasión

Según el libro consultado sobre Especies Exóticas Invasoras escrito por Mouriño Lourido, J., et al. en el 2007, los puntos básicos a tratar para prevenir una invasión de una especie exótica serían los siguientes:

- Educación ambiental
- Desarrollo de códigos de buenas prácticas
- Estrategias a largo plazo
- Sistemas de detección temprana y respuesta rápida
- Medidas reguladoras para actividades de alto riesgo

La prevención se presenta como uno de los puntos más importantes para tratar la problemática de las especies invasoras, tanto vegetales como animales. Esta fase se presenta como la opción de menor coste, más eficaz y medioambientalmente más adecuada debido a la poca alteración que se llevaría a cabo en el medio.

En prevención de cualquier tipo, la población juega un papel esencial, se debe invertir en programas educativos dirigidos al público en general, y sobre todo, a los sectores más específicos, como viveristas, jardineros, agentes forestales, y demás profesiones que traten a diario con estas especies. Por eso se debe sensibilizar a la población de que la mala gestión de este tipo de especies puede ser muy peligroso y que un descontrol de estas especies puede ocasionar una catástrofe medioambiental.

Las recomendaciones de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) en política forestal sugieren que una gestión cuidadosa puede minimizar el riesgo de que las especies exóticas actúen como invasoras en ecosistemas naturales.

También se deben desarrollar códigos de buenas prácticas, por lo menos para aquellos sectores de alto riesgo, ya que este desarrollo seria de mucha ayuda.

Otro punto a tener en cuenta es programar estrategias a largo plazo, a nivel global para que así se cree una concienciación social a un nivel mundial.

A la hora de elaborar cualquier programa de prevención es importante conocer de forma detallada las vías de entrada y expansión de las especies, de esta forma se elaborarán estrategias más precisas y eficaces.

Se debe establecer una vigilancia en zonas claves por las cuales se podría producir una entrada no vigilada de especies invasoras. Lugares de este tipo serían zonas costeras, áreas próximas a zonas en las que se empleen especies exóticas invasoras, áreas perturbadas como

zonas de obra o grandes infraestructuras cerca de espacios naturales. Aunque para muchas de las especies invasoras no hay suficientes datos para conocer su impacto no quiere decir que no se vigilen, al contrario, en ellas habría que trabajar para obtener datos de interés para conocer el comportamiento e impacto de esa especie.

Por último, se deben crear e implementarse medidas reguladoras para actividades de alto riesgo relacionadas con las especies invasoras, actividades de este tipo son actividades forestales, paisajismo, agricultura, jardinería, control biológico, manejo integral de plagas y turismo.

- Algunas de las actuaciones necesarias en estos aspectos pueden ser:
- Caracterizar los puntos de riesgo donde la introducción de especies exóticas invasoras es más probable, así como sus consecuencias más perjudiciales.
- Fortalecer el conocimiento de las rutas de invasión de especies exóticas invasoras, junto con la adopción de estrategias de prevención respecto a las vías de entrada y vectores, constituye otro elemento clave para conseguir interceptar las posibles introducciones de estas especies en el primer paso de invasión, maximizando las posibilidades de éxito en su eliminación y optimizando el uso de los recursos económicos, humanos y materiales. Paralelamente se debe desarrollar la capacidad interregional para intercambiar y analizar la información sobre especies exóticas invasoras y vías de entrada.
- Contemplar la exigencia de realizar análisis de riesgo con carácter previo al desarrollo de cualquier actividad que implique la introducción de especies alóctonas. De esta forma, se conseguiría una buena aproximación a la magnitud y a la índole de los posibles efectos negativos de la introducción propuesta, así como una estimación de la posibilidad de que se produzcan.
- Establecer sistemas de alerta rápida para detectar la presencia de ciertas especies invasoras altamente peligrosas para los ecosistemas naturales.
    - Coordinación con las Consellerias de Medio Rural y de Pesca y Asuntos Marítimos, en lo referido al control de malas hierbas, al uso de árboles exóticos o al empleo de especies exóticas en acuicultura.
    - Elaboración de una estrategia autonómica que permita conseguir un mayor control sobre las especies comerciales.
    - Control de planta y semilla usada en restauración y rehabilitación de obra pública.
    - Seguimiento de invasiones en las actuaciones de vigilancia ambiental de obras y otras actividades sujetas a la evaluación de impacto o de efectos ambientales, especialmente grandes infraestructuras o todas aquellas que se ejecuten en espacios naturales.

4.7. Métodos generales de eliminación.

Sanz et al., hacen una pequeña recopilación en 2004 de los principales métodos de control de invasoras que hay en general. Estos métodos son las acciones que se realizarán sobre la población de la especie invasora para controlar su expansión o eliminar la especie si fuera

posible. Cualquier técnica de control incluye una alteración del medio natural, especialmente cuando no se hace de forma adecuada. Los mecanismos de control se pueden agrupar en 3 grupos, control mecánico o físico, control químico y control biológico:

4.7.2 Control mecánico o físico: Este tipo de control consiste en la eliminación manual o mecanizada de las plantas mediante técnicas en las que no se utilizan ni agentes químicos ni biológicos. A continuación se describen brevemente algunos de estos tratamientos:

- **Eliminación manual**: Consiste en la retirada manual de la planta invasora y de sus órganos de propagación mediante herramientas adecuadas. Es un método en el que hay que estar bastante tiempo actuando sobre el terreno para eliminar todos los posibles rebrotes que se produzcan.
- **Eliminación mecánica**: Todas aquellas técnicas en las que se emplean aparatos mecánicos (desbrozadoras, destoconadoras, buldozers, etc.) para eliminar una población de especies invasoras. Este tipo de eliminación se suele llevar a cabo cuando hay presente una población grande de una determinada especie y siempre que el medio puede soportar estas condiciones.
- **Mulching:** En esta técnica se emplea un material sobre el suelo que impide la llegada de luz a las plantas invasoras. Estos materiales pueden ser de origen sintético u orgánico. Es empleado sólo en casos de invasiones localizadas, con los individuos de las invasoras formando rodales y que afecten a enclaves de alto valor ecológico.
- **Fuego controlado:** En muchos países se emplea el fuego controlado para eliminar especies invasoras.
- **Métodos especiales para especies acuáticas**: Retirada de las plantas desde la orilla o embarcaciones empleando herramientas o maquinaria adecuada.

4.7.3 Control químico: Consiste en el empleo de químicos, en forma de herbicidas o fitocidas para controlar y eliminar a la planta invasora. El empleo de este tipo de control en el medio natural presenta limitaciones debido a la escasa especificidad que tienen, por lo que producen daños en la flora autóctona y también pueden ser tóxicos para la fauna y para el hombre. Muchos son persistentes y se acumulan en el suelo y en los tejidos. Para la aplicación de estos componentes existen multitud de técnicas y opciones algunos ejemplos son los siguientes:

- Cuando la especie a controlar es una especie leñosa, suelen combinarse métodos mecánicos.
- Para especies con capacidad de rebrote a partir de los tocones, lo más recomendable es la aplicación del herbicida puro o poco diluido, directamente sobre la superficie del tocón recién cortado antes de que la traslocación vía floema se haya detenido.
- En especies trepadoras, bejucos o lianas, este tratamiento no es fácil. Lo más adecuado es cortar manojos de tallos, agruparlos y aplicarle el herbicida inmediatamente después.
- Las herbáceas son algo más sencillas de controlar con el método químico, se pulverizan las hojas a bajas concentraciones de químico y en días calmados.

- Otra opción es la aplicación directamente en el suelo, generalmente alrededor de la planta que se quiera eliminar, aunque este tipo de aplicación resulta peligroso para la flora que está en los alrededores.

4.7.4 Control biológico: Para emplear esta técnica se emplean enemigos naturales o bioagentes para controlar o eliminar una determinada especie invasora. Si esta técnica resulta satisfactoria puede controlar grandes extensiones de invasión, aunque también puede tener efectos menores o incluso no ser tan efectivos como se pensaba en un inicio. Este método entraña también riesgos, como el de que el método no sea efectivo y la especie introducida afecte e a otras especies a las que no se quería dañar. Gran parte de los bioagentes empleados para este tipo de eliminación son alóctonos, lo que supone introducir en el medio nuevos organismos exóticos, cuyo comportamiento podría ser uno que no se esperaba y como se ha comentado, podría dar lugar a otro problema.

5. MARCO NORMATIVO QUE AFECTA A LAS ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS.

El marco normativo es algo importante en cuanto a las especies exóticas invasoras, en este apartado se hará una exposición de la normativa vigente a nivel europeo y estatal para así mostrar la legislación que hay en estos momentos en estos dos niveles:

5.1. Marco normativo europeo

5.1.2 Reglamento (UE) Nº 1143/2014 del parlamento europeo y del consejo, de 22 de octubre de 2014 sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras. El presente Reglamento establece las normas para evitar, reducir al máximo y mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad de la introducción y propagación en la Unión, tanto de forma intencionada como no intencionada, de especies exóticas invasoras.

5.1.3 Reglamento de ejecución (UE) 2016/145 de la comisión, de 4 de febrero de 2016 por el que se adopta el formato del documento que ha de servir de prueba para el permiso expedido por las autoridades competentes de los Estados miembros que permita a los establecimientos llevar a cabo ciertas actividades sobre las especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión de conformidad con el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y el Consejo.

5.1.4 Reglamento de ejecución (UE) 2016/1141 de la comisión, de 13 de julio de 2016 por el que se adopta una lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión de conformidad con el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo.

5.1.5 Reglamento de ejecución (UE) 2017/1263 de la comisión, de 12 de julio de 2017 por el que se actualiza la lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión establecida por el Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1141 de conformidad con el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo.

5.1.6 Reglamento de ejecución (UE) 2017/1454 de la comisión, de 10 de agosto de 2017 que especifica los formatos técnicos para los informes de los Estados miembros de conformidad con el Reglamento (UE) nº 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo.

5.2. Marco normativo estatal

5.2.1. Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Esta Ley establece el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad, como parte del deber de conservar y del derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, establecido en el artículo 45.2 de la Constitución.

5.2.2. Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Este Real Decreto tiene como objeto regular el Inventario Español de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, desarrollando su

contenido, estructura y funcionando, de acuerdo a lo establecido en el Capítulo I del Título I de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio natural y de la Biodiversidad.

5.2.3. Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

5.2.4. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.

5.2.4.1. El objeto de este real decreto es regular el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (en adelante, el catálogo) y en concreto, establecer:

5.2.4.1.1. Las características, contenidos, criterios y procedimientos de inclusión o exclusión de especies del catálogo.

5.2.4.1.2. Las medidas necesarias para prevenir la introducción de especies invasoras y para su control y posible erradicación.

5.2.4.1.3. Las características y el contenido de las estrategias de gestión, control y posible erradicación de las especies exóticas invasoras.

5.2.4.2. El presente real decreto no se aplicará a:

5.2.4.2.1. Los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación, que se regulan por la Ley 30/2006, de 26 de julio, de Semillas y Plantas de vivero y de Recursos Fitogenéticos.

5.2.4.2.2. Los recursos pesqueros regulados por la Ley 3/2001, de 26 de marzo, de Pesca Marítima del Estado.

5.2.4.2.3. Los recursos zoogenéticos para la agricultura y alimentación, que se regirán por su normativa específica.

5.2.4.3. En relación a los recursos fitogenéticos, pesqueros y zoogenétios del punto anterior, en el caso de especies contempladas en el catálogo, se deberán adoptar las medidas necesarias y adecuadas para evitar su posible expansión al medio natural, fuera de las zonas autorizadas.

5.2.5 Ley 30/2006, de 26 de julio, de semillas y plantas de vivero y de recursos fitogenéticos. Esta ley tiene por objeto establecer el régimen jurídico aplicable a la producción destinada a la comercialización y a la comercialización de las semillas y plantas de vivero, regular las condiciones de conservación y utilización de los recursos fitogenéticos y determinar el procedimiento de inscripción de las variedades comerciales en el correspondiente registro.

5.2.6 Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. Esta ley regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales, de conformidad con el artículo 45de la Constitución y con los principios de prevención y de que “quien contamina paga”.

5.2.7 Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. Este Reglamento tiene por objeto desarrollar parcialmente la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, en lo relativo a su capítulo IV, en particular al método para la evaluación de los escenarios de riesgos y de los costes de reparación asociados a cada uno de ellos a los que se refiere en el artículo 24, y a sus anexos I, II y VI.

5.2.8 Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal.

I. La presente Ley tiene por objeto establecer la normativa básica y las normas de coordinación en materia de sanidad vegetal.

II. Constituyen fines de la presente Ley:

a) Proteger los vegetales y los productos vegetales de los daños ocasionados por las plagas.

b) Proteger el territorio nacional y el de la Unión Europea, de acuerdo con la normativa fitosanitaria comunitaria, de la introducción de plagas de cuarentena para los vegetales y los productos vegetales u otros objetos, y evitar la propagación de las ya existentes.

c) Proteger los animales, vegetales y microorganismos que anulen o limiten la actividad de los organismos nocivos para los vegetales y productos vegetales.

d) Prevenir los riesgos que para la salud de las personas y animales y contra el medio ambiente puedan derivarse del uso de los productos fitosanitarios.

e) Garantizar que los medios de defensa fitosanitaria reúnan las debidas condiciones de utilidad, eficacia y seguridad.

5.2.9 Real Decreto 1739/1997, de 20 de noviembre, sobre medios de aplicación del Comercio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), hecho en Washington el 3 de marzo de 1973 y del Reglamento (CE) 338/97, relativo a la protección de especies de fauna y flora silvestres mediante el control de su comercio.

5.2.10 Real Decreto 1190/1998, de 12 de junio, por el que se regulan los programas nacionales de erradicación o control de organismos nocivos de los vegetales aún no establecidos en el territorio nacional. El presente Real Decreto establece las normas para la elaboración, planificación, ejecución, coordinación, seguimiento y evaluación de los programas nacionales de erradicación o, si ésta no fuera posible, de control de la propagación de organismos nocivos de los vegetales en territorio español, que serán de obligado cumplimiento en todo el territorio del Estado.

5.2.11 Real Decreto 1424/2008, de 14 de agosto, por el que se determinan la composición y las funciones de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, se dictan las normas que regulan su funcionamiento y se establecen los comités especializados adscritos a la misma. El cumplimiento de lo que establece el artículo 7 de la Ley42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, este real decreto tiene por objeto determinar la composición y las funciones de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, como órgano consultivo y de cooperación entre la Administración General del Estado y las comunidades autónomas y Ciudades de Ceuta y Melilla y establecer las normas que regulan su funcionamiento.

5.2.12 Ley Orgánica 5/2010, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, de Código Penal.

6. *Tradescantia fluminensis*

Nombre común: Amor de hombre, oreja de gato
Grupo taxonómico: Flora
Clase: Liliopsida
Orden: Commelinales
Familia: Commelinacea

6.1. Descripción de la especie.

La *Tradescantia fluminensis* es una planta herbácea, decumbente y radicante en los nudos. Sus hojas son alternas y anchamente elípticas a ovalanceoladas de 2.5-5 a 1-2 centímetros, con la base algo desigual, de redondeada a subcordada, su margen es ciliado y su ápice es agudo, normalmente son glabras y algo pilosas en la vaina. Son de color verde y, a veces, presentan tinciones púrpuras en el envés, aunque existen formas.

Esta especie es originaria de América del Sur, de países como Argentina o Brasil, aunque actualmente está extendida en un gran número de países como especie invasora debido a sus características invasivas. Hoy en día es una especie muy invasora en multitud de países como Estados Unidos (Florida, Carolina del Norte, California), Australia, Nueva Zelanda, Japón, Europa (Portugal, España, Córcega, Italia), Macaronesia, etc. En la mayoría de los países presenta las mismas características, aparece en lugares frescos y húmedos, preferiblemente bajo cobertura de árboles, tapizando el suelo del bosque impidiendo que crezcan especies autóctonas en ese suelo.

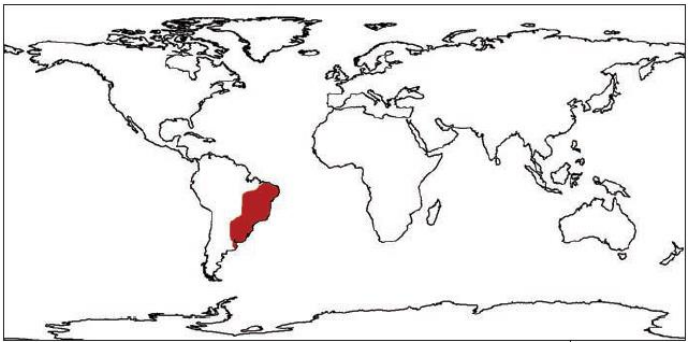
Fue introducida en España y en Europa a finales del siglo XVIII. A partir del comienzo del siglo XIX comenzó a difundirse a partir de los jardines botánicos y de aclimatación europeos para atender la demanda de especies exóticas para jardinería doméstica y de interiores. Se conoce naturalizada en la isla de La Gomera desde principios del siglo XX. En territorio peninsular la primera cita es de 1952, debida a Bellot, quien la encontró en la Provincia de Pontevedra, en los setos del río Miño a su paso por la localidad de Tui.

En España se presenta en ambientes umbríos, húmedos y muy abrigados. Está extendida por numerosos puntos de la costa mediterránea y cantábrica así como en Galicia y en unos pocos enclaves cálidos del interior de la península. Abunda en Canarias; invadiendo la laurisilva del P.N. de Garajonay. También se presenta como efemerófito en ambientes antrópicos como cunetas húmedas y pies de muros.

Es una especie muy utilizada en jardinería en multitud de países, entre ellos España, ya que es ampliamente empleada como alfombrante y en jardínes umbríos.

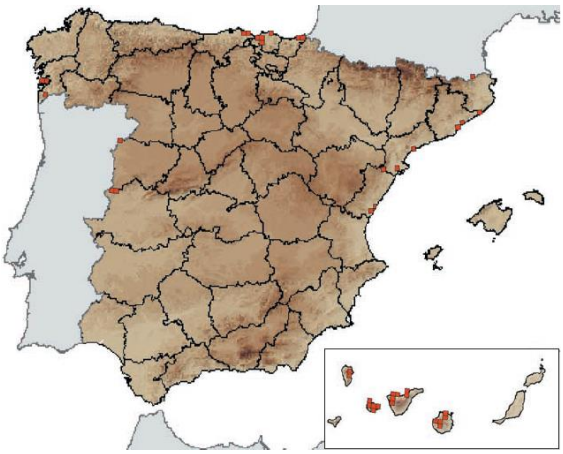
Escapa de los jardines gracias a sus propiedades invasivas y va ocupando las zonas próximas a estos jardines, además la actividad humana también facilita esta expansión y colonización de nuevos territorios.

Ilustración 2:Ejemplar completo de Tradescantia fluminensis



Mapa 1: Origen natural de la Tradescantia fluminensis.
Fuente: Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España

Mapa 2: Distribución general de la Tradescantia fluminensis en Europa.
Fuente: Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE)



Mapa 3: Zonas invadidas por la Tradescantia fluminensis.
Fuente: Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España

6.2. Potencial invasor.

Las características que hacen de esta planta una especie invasora es su facilidad de propagación en medios en los que se acondiciona. Posee una reproducción vegetativa por medio de tallos enraizantes que se fragmentan y se dispersan con mucha facilidad. En poblaciones no-nativas no producen semillas viables y se propagan a través del medio explicado anteriormente.

Una de las características de las especies exóticas invasoras es que con ellas viene una serie de impactos y amenazas para la población nativa preexistente en la zona. Pueden afectar a hábitats, invadiéndolos y desplazando a otras especies, o afectar directamente a las especies que ya había en la zona. Un ejemplo de como la *Tradescantia fluminensis* afecta a un determinado hábitat lo podemos encontrar en Canarias, en una zona muy conocida y de un altísimo valor ecológico como es el Parque Nacional de Garajonay, en La Gomera, Canarias. Otro ejemplo es de cómo esta especie afecta a las especies nativas, afecta a especies como *Laurus azorica, Persea indica, Myrica faya, Ilex canariensis, Erica arbórea, Picconia excelsa, Dryopteris oligodonta, Aspelenium onopteris,* desplazándolas.

6.3. Catalogación como invasora.

En cuanto a su catalogación como especie invasora, son múltiples los organismos a nivel mundial, continental, estatal y regional que catalogan a esta especie como invasora, algunos de ellos se enumeran a continuación.

- **Mundial:** A nivel mundial se encuentra catalogada como especie exótica invasora en el GISD (Global Invasive Species Database).
- **Unión Europea**: En la Unión Europea se encuentra catalogada en el DAISE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe).
- **Nacional:** En España se encuentra catalogada en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

- **Regional:** Son muchas las comunidades autónomas las que tienen catalogada a esta especie como invasora en sus respectivos catálogos de invasoras.
    - Andalucía. Programa Andaluz para el Control de Especies Exóticas Invasoras.
    - Canarias. Banco de datos de especies introducidas en Canarias.
    - Galicia. Flora invasora de Galicia.
    - País Vasco. Diagnóstico de la flora alóctona invasora de la CAPV.
    - Comunidad Valenciana. Banco de datos.
    - Principado de Asturias. Plantas alóctonas invasoras.

7. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.

Para la colocación de las parcelas en el río se contó con la ayuda y orientación de Gonzalo Sancho, presidente de la asociación Vaipolorío, fue él quien se encargó de dar una orientación sobre las zonas que estaban más afectadas mostrando y describiendo cada una de ellas. A partir de sus consejos, se procedió a seleccionar las zonas en función del grado de afección. Finalmente se localizaron 3 zonas, que se describirán en el próximo apartado. Desde el principio de contó con la colaboración de los propietarios de las zonas seleccionadas, sin haber tenido ningún problema con algún propietario, solo hubo que hablar con uno de ellos porque quería saber qué se iba a hacer en su zona, pero una vez expuesto lo que se iba a realizar no hubo ningún inconveniente.

Por la superficie afectada en la que se podía trabajar se hizo una división en 3 zonas, cada una de ellas con distintas características las cuales podrían afectar al crecimiento y expansión de la especie. Dos de esas zonas están muy próximas, presentan una separación entre ellas en forma de sendero, pero aun así tienen características diferentes. A esas dos zonas se las llamó zona A y zona B, sus diferencias se explican en el próximo párrafo. La tercera es la que ha sido denominada como "zona de Luz", está localizada a unas pocas decenas de metros de las otras dos, está es la zona en la que se tuvo que hablar con el propietarios para que supiera lo que se iba a hacer en su finca. A continuación se exponen brevemente las características de cada zona:

Las zonas A y B presentan características muy similares, tienen una cobertura arbórea casi total, apenas deja entrar luz solar de forma directa, la zona B cuenta con una cobertura de un 80% aproximadamente, mientras que la Zona tiene un poco menos de cobertura, de entre el 60 y el 75% aproximadamente. Las principales especies que forman parte de esta cobertura de estas dos zonas son el *Quercus robur* y *Robinia pseudoacacia* principalmente, aunque también hay algún ejemplar de *Laurus nobilis*. La principal diferencia entre las zonas A y B es la proximidad con respecto al cauce del río. La zona A está pegada al cauce, tanto que uno de sus laterales es el borde mismo del río. La zona B sin embargo está más alejada del cauce, se encuentra a un metro (anchura del sendero que las separa) aproximadamente de la zona A pero a mayor distancia del cauce. Otra diferencia que se puede apreciar es que el cauce del río no está muy tapado por cobertura arbórea, por lo que a la zona A entra una mayor cantidad de luz solar directa que a la zona B, que está totalmente cubierta por cobertura arbórea.

La zona de Luz está cerca de las zonas A y B, pero presenta características diferentes. Está pegada al río como la zona A y, aunque tiene cobertura arbórea, esta no es total y permite penetrar una gran cantidad de luz solar, sobre todo en los meses de otoño e invierno, cuando los árboles pierden las hojas dejando penetrar una mayor cantidad de luz solar. Esta cobertura está formada por las mismas especies que forman parte de la cobertura de las zonas A y B, pero su porcentaje de cobertura es menor, en esta zona la cobertura se encuentra en torno al 50% aproximadamente.

Otra de las diferencias que se apreciaron con la observación fue la afección por las heladas invernales. En las zonas A y B al haber bastante cobertura vegetal no se apreció que la helada hubiera afectado a los ejemplares de *Tradescantia*. Sin embargo, en la zona de Luz, al estar más despejada de cobertura, las heladas llegan a afectar bastante a los ejemplares de esta especie.

En esta imagen se aprecia lo que se comentó en el párrafo anterior, esta foto fue tomada el día después de que se produjera una helada nocturna. Los ejemplares de la zona estaban desprotegidos por la cobertura arbórea, y cuando se produjo la helada les afectó. En la imagen se aprecia como hay unos ejemplares más oscuros que otros, esto indica cuáles fueron los más perjudicados por la acción de la helada.

El suelo de todas las zonas recibe constantemente biomasa proveniente de las hojas de la arboleda que las cubre, sobre todo en los meses de otoño cuando los árboles pierden las hojas. Pero no es la única fuente de biomasa de este suelo, también cuando terminan los meses de primavera y verano los restos de las especies temporales que sólo crecen en estas épocas se quedan en este suelo.

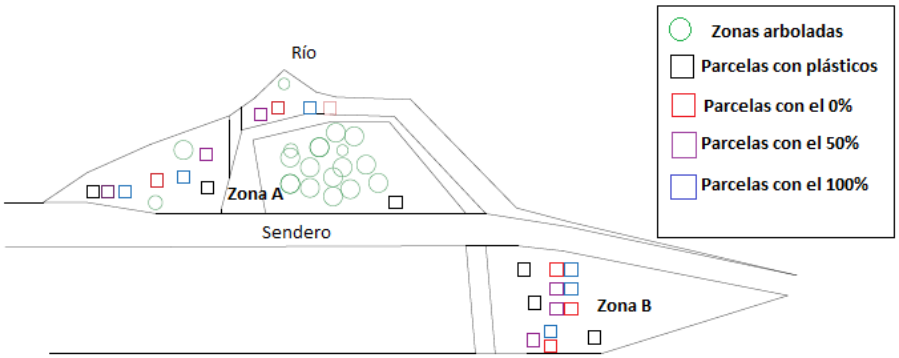
En un principio la zona de Luz no estaba previsto hacerla, pero a raíz de ver diferencias anatómicas entre ejemplares de *Tradescantia* los que les daba luz solar más tiempo que a los que estaban más cubiertos por cobertura arbórea se decidió finalmente hacer esta zona para así estudiar si habría diferencias. Las diferencias entre ejemplares que se observan a simple vista son las siguientes:

- Se aprecian diferencias en el tamaño, los pies que se encuentran en la zona de sombra presentan un tamaño superior a los pies que se encuentran en la zona de luz.
- Diferencias en la densidad, en la zona de luz hay una menor densidad de la planta a estudiar.
- Amarilleamientos en las hojas que se encuentran en la zona luminosa.

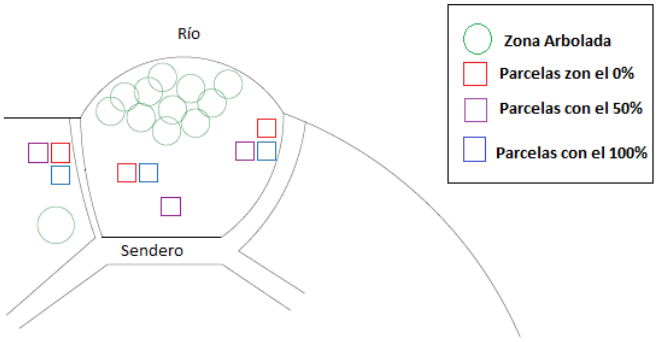
En el cuadro que se presenta a continuación se hace un pequeño resumen de algunas de las principales características presentes en cada zona.

CARACTERÍSTICAS	**ZONA LUZ**	**ZONA A**	**ZONA B**
CERCANÍA AL RÍO	Próxima	Próxima	A 4 metros del cauce aproximadamente
CANTIDAD DE LUZ SOLAR CAPTADA	Alta	Media	Baja
COBERTURA ARBÓREA	Baja	Media	Alta
AMARILLEAMIENTO INICIAL DE LAS HOJAS	Alto	Ausencia	Ausencia
DENSIDAD INICIAL	Baja	Media	Alta

A continuación se adjuntan dos esquemas de cómo son las zonas de estudio:



En esta primera imagen se muestran las zonas A y B, con una pequeña leyenda indicando lo que es cada elemento coloreado del plano.



En esta otra imagen se representa lo mismo que en la anterior pero para la zona de Luz.

Para ambas imágenes las zonas en rojo son las parcelas en las que se realizó un arrancado total, las zonas moradas corresponden a las parcelas en las que se realizó un arrancado parcial del 50% aproximadamente, las zonas en azul son las parcelas a las que no se les aplicó ninguna clase de tratamiento y, por último, las zonas en negro son las parcelas en las que se instalaron plásticos negros opacos.

8. MÉTODOS DE ELIMINACIÓN ESPECIFICOS PARA LA *Tradescantia fluminensis* ANALIZADOS PARA LA ZONA DE ESTUDIO.

Anteriormente se describieron métodos de eliminación generales para especies exóticas invasoras, a continuación se explicarán diferentes experiencias que se han llevado a cabo por diferentes autores en diferentes zonas del globo. El estudio que se realiza en este proyecto se basa en las técnicas empleadas en otras zonas y así evaluar si para las condiciones de la zona en la que se encuentran las parcelas, estos métodos se adaptan y consiguen unos resultados positivos para la investigación.

Fagúndez y Barrada basándose en experimentos realizados en Nueva Zelanda propusieron una serie de medidas a seguir para tratar de erradicar esta especie, todas las técnicas que describen se ven reflejadas en su libro sobre especies invasoras publicado en el 2007 con la colaboración de la Xunta de Galicia. Algunas de las técnicas y resultados que estudiaron fueron los siguientes:

- **Métodos de control mecánicos:** Con este método describen cuál sería la acción más eficaz para la eliminación de esta invasora por medios físicos. Proponen una eliminación manual cuidando que se retiren los rizomas y estolones del suelo, no solo la parte aérea. Describen también que realizar labores de rozado o siega en el terreno no van a ser métodos muy eficaces, ya que la planta rebrotará con facilidad de los estolones que queden en el suelo. Para ello recomiendan que con realizar una eliminación del 40% de la cobertura las especies nativas ya podrían brotar. Otro experimento que estudiaron fue el sombreo artificial obteniendo como resultado la reducción de un 40% de cobertura en un período de 17 meses.
- **Métodos de control químicos:** La aplicación de químicos está recomendada para grandes poblaciones, algunos estudios indican que su eficacia no es muy alta. Para esta esta especie la sustancia activa más efectiva es el paraquat. Aplicaciones de este compuesto a razón de 2 kg por hectárea consiguió una reducción del 50% de la cobertura en diez semanas. Otros herbicidas empleados fueron el glifosato y triclopir, a razón de 4 kg/ha y 40-60% respectivamente. El glifosato no dio unos resultados muy efectivos, pero el triclopir aún a concentraciones bajas dio buenos resultados.
- **Métodos de control biológicos:** Las características biológicas de la *Tradescantia* indican que posee flavonoides en sus hojas, lo cual hace de repelente para los insectos generalistas, pero esto implica la existencia de enemigos naturales más específicos. En diferentes experiencias se han obtenido resultados prometedores en cuanto al descubrimiento de enemigos naturales de dicha especie. Insectos pertenecientes a la familia Miridae (Hemiptera), causan malformaciones en las plántulas, lo que se traduce en una menor producción de biomasa. Hay varios hongos que también han resultado muy efectivos como fitopatógenos: *Phakosora tecta, Uromyces commelinae, botrytis cinérea.*

Sanz, et al., se basaron también en experimentos realizados en Nueva Zelanda para alcanzar sus conclusiones, las cuales las reflejan en su libro publicado en el 2004, en el cual describen lo siguiente:

Según estas experiencias el método de control más eficaz que se ha realizado es el de sombreado artificial de las zonas en las que haya esta planta, comprobando que la biomasa de

la especie disminuye entre un 2 y un 5 %. Recomiendan para pequeñas áreas invadidas, que se realice una retirada manual, siendo muy cuidadosa y metódica para no dejar ningún fragmento del vegetal en el suelo. Para invasiones muy graves, aconsejan el empleo de químicos como el paraquat, glifosato y una mezcla de triclopir y clopiralida, aunque advierten que con este método se producen serios daños en la vegetación nativa.

El **Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (GEIB)** formado por: Laura Capdevila-Argüelles, Bernardo Zilletti y Víctor Ángel Suárez Álvarez recogen en su libro publicado en el 2011 "*Plan extratéxico galego de xestión das especes exóticas invasoras e para o desenvolvemento dun sistema estandarizado de análise de riscos para as especies exóticas en Galicia*" algunas metodologías para la eliminación de la *Tradescantia*. Para pequeñas invasiones recomiendan la retirada manual de los ejemplares, teniendo especial cuidado a la hora de arrancar las plantas para que no quede ningún resto en el suelo, así como cuidar también el transporte para no ir creando nuevos focos de invasión. Desaconsejan metodologías con empleo de herbicidas empleadas en otros países, el uso de paraquat da unos resultados de reducción del 50% de la población, pero al no ser selectivo afecta a la vegetación de los alrededores. Tampoco recomiendan el uso de glifosato o triclopir por los efectos secundarios que pudieran tener.

Para la eliminación de los restos extraídos recomiendan incinerarlos, aunque su coste es elevado, por lo que recomiendan mantener los restos en bolsas cerradas de plástico negro opaco hasta su muerte, aunque es algo que lleva su tiempo ya que es una especie muy resistente.

El **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente** en 2013 hace una serie de propuestas para la eliminación basadas en ensayos realizados en varias partes del mundo, además describe algunas actuaciones que se llevaron a cabo en España, más concretamente en la isla canaria de La Gomera y en varias zonas de Andalucía.

Las propuestas que propone en Ministerio son las siguientes:

- Sombreado artificial de rodales con esta especie, lo cual consigue una disminución de entre el 2 y el 5%.
- Retirada manual muy cuidadosa para pequeñas áreas invadidas, debe ser muy cuidadosa y metódica para no dejar ningún fragmento en el suelo.
- Empleo de fitocidas en invasiones muy graves. Empleando Glifosato, Triclopir al 24% + clopiralida al 6%, aunque advierten de que esto puede acarrear efectos negativos para la flora nativa.
- La liberación de agentes biológicos que realicen un control biológico sobre la *Tradescantia*, es el caso de insectos pertenecientes a la familia *Miridae* que provocan malformaciones en las plántulas. También hay hongos que arrojaron resultados muy prometedores como agentes fitopatógenos, de este tipo son *Phakosora tecta*, *Uromyces commelinae* y *Botrytis cinérea.*

En España se llevaron a cabo métodos de eliminación en diferentes lugares, el Ministerio recoge varios casos, el del Parque Nacional de Garajonay en La Gomera y de Andalucía, que llevó a cabo planes de erradicación en varias zonas de la comunidad autónoma:

- En La Gomera estos métodos se realizaron entre 1984 y 1987, promovidos por el ICONA (Instituto para la Conservación de la Naturaleza). Las acciones que se realizaron consistieron en el arranque de ejemplares durante los meses de verano, acumulando los restos en montones para favorecer su pudrición. Se tuvo que llevar a cabo una aplicación de tratamiento herbicida puesto que con la llegada del otoño algunos de los restos empezaron a enraizar, en otros montones se les cubrió de plástico negro opaco para favorecer la muerte de los restos que quedaban. En un intervalo de 2-3 meses se consiguió provocar la muerte definitiva delas plantas en todos los focos de invasión tratados.
- En Andalucía de creó el Programa Andaluz para el Control de Especies Exóticas Invasoras, que para la especie que se está tratando en este proyecto este programa se aplicó en las localidades de Huerta Grande, el Burjeo, Algamasilla y arroyo Guadalmesí (Algeciras-Tarifa). El método que emplearon fue el arranque manual, cubriendo una superficie de 1.8 hectáreas extrayendo un total de 21 toneladas de material vegetal.

La doctora **Rachel J. Standish** del Grupo de Ecología del Instituto de Recursos Naturales de la Massey University del norte de Palmerston en Nueva Zelanda, realizó en los años 2001 y 2002 varios estudios en varios años sobre la eliminación de la *Tradescantia*. Realizó ambos estudios con el fin de arrojar más información sobre la eliminación de la especie. En el primero estudió casos de control biológico mientras que en el segundo estudió metodologías físicas y químicas de eliminación.

En el estudio publicado en 2001, como se comentó en el párrafo anterior experimentó con componentes biológicos de control, más concretamente con vertebrados, insectos (plagas y vectores de virus), nematodos parásitos, patógenos.

- Vertebrados: se sabe que el ganado y las gallinas comen esta especie, aunque el daño que pueden generar al extenderla por pisarla y dispersar los restos junto con el daño que producen al entorno forestal debido a sus pisadas y daños a la vegetación, no las hace unas especies apropiadas para el control biológico de la especie.
- Insectos: no hay informes de insectos plaga de la *Tradescantia fluminensis* en Nueva Zelanda o Australia. Los candidatos más prometedores que se han encontrado son varios hemípteros, más concretamente de la familia Miridae, registrados en Estados Unidos. El daño que causan se produce al comer las hojas, provocando malformaciones en los nuevos brotes y una reducción de biomasa.
- Nematodos: los nematodos parásitos asociados a esta especie tienen el potencial para causar daños significantes si su anfitrión está estresado. La *Tradescantia* puede estresarse en periodos secos del verano, pero tal condición es inapropiada para que la población del nematodo no sea fructífera. Experiencias indican que un control de *Tradescantia* empleando nematodos es improbable.
- Patógenos: los patógenos que afectan a esta especie son los que se presentan como los candidatos más prometedores para el control biológico, particularmente los patógenos fúngicos. La *Phakosora tecta* tiene potencial como agente biológico de control clásico. *Uromyces commelinae* también tiene potencial como agente de control biológico, aunque su necesidad de un segundo anfitrión para completar su ciclo puede ser un problema. Si existiera un aislado especifico de *Botrytis cinerea* para la *Tradescantia* podría ofrecer un

buen control biológico, con la ventaja de que puede persistir al clima neozelandés. *Septoria tradescantiae* es un hongo que causa manchas en las hojas, es otro potencial agente biológico. Es específico de la *Tradescantia*, aunque no se han demostrado una asociación con la *T. fluminensis*.

Los micoherbicidas poseen una alta concentración de inóculos de patógenos fúngicos que se utilizan para combatir malas hierbas de la misma forma que los herbicidas químicos.

Además de esto, también existen virus que infectan a la especie a tratar, en este caso la *Tradecantia fluminenis,* la *Tradescantia albiflora* es el virus más adecuado como candidato a agente biológico de control.

En el estudio que llevó a cabo en el 2002 realizó 3 pruebas en las que experimentó con métodos de control de la *Tradescantia fluminensis*.

- En el primer experimento enfrentó la aplicación de herbicidas contra la eliminación manual para ver cuál era más efectivo. Estableció 30 parcelas de estudio continuas y de una superficie de 5 x 10 m cada una de ellas para comparar los dos procedimientos que quería evaluar. El resultado fundamental que obtuvo fue que el arrancado manual daba mejores resultados que la aplicación de químicos.
- En el segundo, estudió la respuesta de la planta al sombreo artificial en varias parcelas cuyo resultado fue una disminución masiva de la biomasa *Tradescantia* en un periodo de 17 meses.
- En el último experimento evaluó el comportamiento mediante la plantación en medio de la *Tradescantia*. Para este experimento seleccionó cuatro especies de árboles y arbustos tolerantes a la sombra para plantarlas en una zona densamente cubierta de *Tradescantia.* Según los resultados obtenidos, el 61% de los vegetales plantados sobrevivieron durante dos años y medio.

David Kelly y J. P. Skipworth del Departamento de Botánica y Zoología de la Massey University de Nueva Zelanda realizaron sus investigaciones en 1984 sobre la eliminación de *Tradescantia* mediante el empleo de herbicidas, más concretamente el Paraquat, Glifosato, Amitrole-T y Asulam. Aplicaron los herbicidas en 3 concentraciones diferentes en parcelas de 1 m^2 que presentaban un alto grado de invasión. Los resultados que obtuvieron fueron los siguientes:

- El Paraquat tuvo un efecto muy rápido sobre la *Tradescantia*, las hojas se vieron dañadas después de cuatro días, y los tallos murieron a las dos semanas. Después de die semanas, aplicando una concentración más alta del químico, se produjo un descenso significativo de los nódulos vivos, entre un 50 y un 70%.
- El Glifosato actuó más despacio que el Paraquat y no fue tan efectivo, después de 10 semanas no redujo de forma significativa la población invasora.
- El Amitrole-T dañó hojas después de una semana, especialmente a concentraciones altas. Después de tres semanas el herbicida bloqueó la síntesis de clorofila de las hojas, después de unas cinco semanas se observó que hubo efectos negativos alrededor de la parcela, y además no causó una muerte significante de plantas invasoras.
- El Asulam no consiguió hacer ningún daño observable en la *Tradescantia* después de 10 semanas.

EN RESUMEN

Todos los métodos explicados anteriormente se pueden separar en los siguientes tres puntos para hacer así un resumen de todo lo anteriormente comentado.

- Métodos físicos: en este tipo se engloban las técnicas de arrancado manual planta por planta, sombreado artificial ya sea por plásticos negros opacos o por plantación de vegetación en medio de las poblaciones de *Tradescantia* a eliminar.
  En muchas de las experiencias que se llevaron a cabo afirman que el arrancado total planta por planta es la mejor técnica y la que mejor resultados arroja a las investigaciones.
- Métodos químicos: en otros experimentos utilizaron herbicidas como glifosato, asulam, triclopir, paraquat o amitrole-T en diferentes concentraciones y poblaciones con resultados diversos para los diferentes casos.
  Muchos de los autores responsables de estos experimentos no recomiendan emplear este tipo de control debido a los efectos negativos que tendrían los químicos sobre la flora nativa, así como su persistencia en el medio una vez aplicados.
- Métodos biológicos: este es el campo del que menos se conoce debido a las pocas investigaciones que se han llevado a cabo sobre él y las limitaciones que conlleva el empleo de estos métodos. Algunos de los autores en sus estudios emplearon hongos, insectos, animales como ganado e incluso virus, pero todos con ciertas limitaciones para su utilización.

9. ELECCIÓN DEL MÉTODO PARA SU ELIMINACIÓN

En el apartado anterior se han expuesto los diferentes métodos de eliminación que se han realizado alrededor del mundo y que se han consultado, a continuación se procederá a realizar una criba de los métodos que no se emplearán y los que sí en este proyecto, exponiendo para cada uno el motivo de su elección o de su descarte.

En primer lugar se descartarán todos los métodos de eliminación en los que se empleen componentes de tipo químico como el glifosato, triclopyr o paraquat entre otros. Estos métodos se descartan debido a que traen consigo un riesgo alto de contaminación de la zona y de afección a otras especies a las que no se pretende dañar. Además por la cercanía que tienen las parcelas y el cauce del río el riesgo de que el químico se extienda a lo largo del curso fluvial es mayor, y por lo tanto la afección a una mayor superficie.

En cuanto a los métodos de control/eliminación mediante agentes biológicos, también se descartan todos. Esta decisión se debe a que hay una falta de conocimientos sobre este tipo de eliminación para esta especie, hay pocos estudios y los que hay están aplicados en unas condiciones específicas y en un terreno determinado como explica Standish en su estudio del año 2001 comentado anteriormente. Debido a esto no que quiere poner en riesgo a otras especies que se puedan ver afectadas por estos organismos que se introducen en una determinada zona para el control de una especie y que posteriormente puedan llegar a afectar a otras especies que no se querían afectar en ningún caso.

Los métodos físicos son los que en los estudios consultados (Standish, 2002; Fagúndez et al., 2007; Sanz Elorza et al., 2004; Capdevilla-Argüelles et al., 2012) dieron mejores respuestas, además de que los principales investigadores aconsejan emplear este tipo de métodos debido a que son los más seguros y los más efectivos.

Por lo tanto, con los descartes realizados anteriormente quedan los métodos físicos de arrancado manual y sombreado por plásticos negros opacos y por plantación en medio de la tradescantia. Esta última técnica se descarta porque el tiempo que necesitan las nuevas plantas para crecer es elevado y este es un proyecto de unos pocos meses. Una vez realizados los descartes oportunos queda que los métodos de eliminación más acertados para este proyecto son el empleo de plásticos negros opacos y el arrancado manual planta por planta. En ninguna de las parcelas de estudio se emplearán químicos ni agentes biológicos por las razones anteriormente descritas.

10. INSTALACIÓN DE LAS PARCELAS

Para las zonas A y B se instalaron el mismo número de parcelas y del mismo tipo, para cada una de ellas se instalaron 12 parcelas en total de 4 tipos de acción:

- 3 parcelas con plásticos negros opacos.
- 3 parcelas con arrancado total.
- 3 parcelas con arrancado parcial.
- 3 parcelas sin acción.

Para la zona de Luz se instalaron 9 parcelas en total de 3 tipos de acción:

- 3 parcelas con arrancado total.
- 3 parcelas con arrancado parcial.
- 3 parcelas sin acción.

Para la zona de Luz se consideró que la acción de los plásticos negros opacos no traería consigo muchas diferencias a las plantas ya que realizaría una acción muy parecida a la de luz total, ya que los plásticos lo que hacen principalmente es debilitar a la especie, mientras que la condición de luz total también la debilita.

El dimensionamiento de las parcelas se hizo teniendo en cuenta el espacio total afectado en cada zona, intentando encajar todas las parcelas de forma que cupieran todas las que correspondían a cada zona. De esta forma, el dimensionamiento final resultante para cada parcela fue de 0,5 metros de largo y 0,5 metros de ancho.

A la hora de instalar las parcelas en primer lugar se hizo un croquis de donde encajarían mejor las parcelas y a continuación se procedió a su instalación. La única condición que se puso a la hora de colocar las parcelas fue que dos parcelas con tratamiento de arrancado total no podrían estar anexas debido a que así no se podría evaluar de forma correcta la capacidad invasiva de la especie, por lo tanto al lado de las parcelas con dicho tratamiento se colocaron parcelas con tratamientos de arrancado parcial y sin ninguna acción, para este paso las parcelas con los plásticos no influyen debido a que al estar tapadas se les anula la capacidad invasiva. Una vez hecho el croquis se procede a la instalación de las parcelas, colocando estacas de madera en cada esquina y uniendo dichas estacas con cinta de plástico roja y blanca para que no se pise el interior de las parcelas. Cuando las parcelas están instaladas y el croquis hecho se procede a aplicar el tratamiento que le corresponda a cada una de las parcelas. La instalación de las parcelas con los plásticos negros opacos fue diferente, una vez se decidió donde se ubicarían se dimensionaron con las mismas medidas que las demás parcelas. Para fijar bien el plástico y que no se mueva se abre un surco alrededor de la parcela y se entierran bien en él los bordes del plástico, de esta forma se evita que el plástico se pueda mover a lo largo de la duración del experimento. Para que no se pisen los plásticos se realiza la misma acción que en el resto de las parcelas, se colocan 4 estacas alrededor del plástico, sin agujerearlo, y se coloca las cinta de plástico. Para finalizar, al ser una zona muy transitada, sobre todo en los meses de primavera y verano debido al buen tiempo, se colocaron algunos carteles informativos para que la gente que pase por allí no toque las parcelas.

11. ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO

Para hacer una diferenciación más completa de las zonas se realizaron unos pequeños análisis de nutrientes del suelo de cada una de las zonas en las que se llevó a cabo el estudio. Además de esta diferenciación también se pretendía comprobar si había diferencias a nivel de nutrientes del suelo que pudieran afectar al crecimiento de la *Tradescantia* en cada una de las zonas de estudio.

Una vez empezados los análisis apareció un problema que no se pudo llegar a solucionar. Para realizar las extracciones de muestra del suelo se emplearon lisímetros de succión de 30 centímetros de longitud con punta cerámica. El problema fue que no se pudo extraer toda la cantidad de muestra suficiente de cada zona para los nutrientes que se pretendían medir. Por lo que, dada la dificultad de la toma de muestras al o poder extraer el volumen suficiente, hubo que reducir el número de ensayos para así poder optimizar la cantidad de muestra obtenida, los recursos necesarios para los análisis así como el tiempo invertido.

A la hora de ir al campo para la toma de muestras, se fue con diversos factores climáticos buscando las mejores condiciones en las que realizar la extracción de una cantidad de muestra suficiente para los análisis. Pero el resultado fue siempre el mismo, no extraía la cantidad suficiente para realizar algunos de los análisis que se habían planificado. La zona en la que se extraía una mejor cantidad de muestra era la Zona A, para las otras dos resultó bastante complicado realizar las extracciones necesarias.

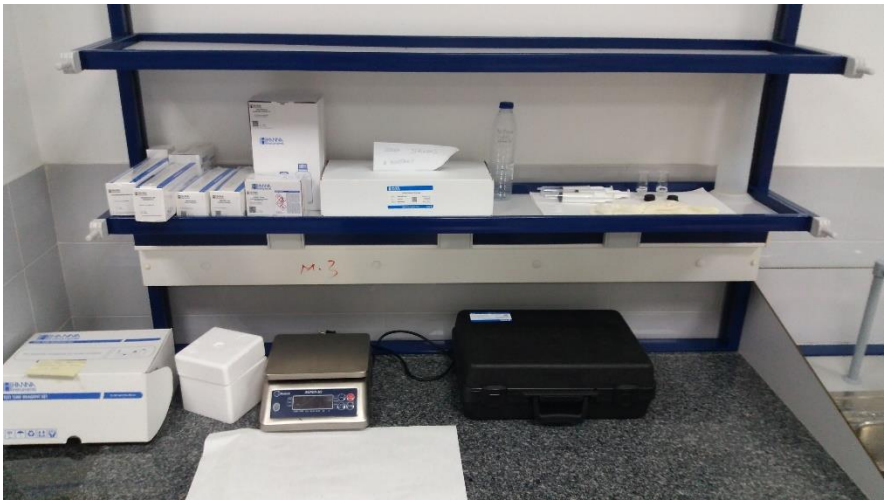
11.1. Resultados para los análisis de suelo

Con las cantidades que se consiguieron extraer, se realizaron los análisis con un fotómetro de análisis de nutrientes para amonio de rango medio, calcio, magnesio, nitratos, fosfato de rango alto, sulfatos y potasio, obteniendo los siguientes resultados:

COMPUESTO ANALIZADO		ZONA A	ZONA B	ZONA LUZ
AMONIO RANGO MEDIO	NH^{4+} (mg/L)	0.77		
	NH_3 (mg/L)	0.94		
CALCIO (MG/L)		180	171	179
MAGNESIO (MG/L)		8	5	10
NITRATOS				
FOSFATOS RANGO ALTO	PO_4^{3-} (mg/L)	6.8	5.7	6.2
	P (mg/L)	2.2	1.9	2
	P_2O_5 (mg/L)	5	4.2	4.6
SULFATOS (MG/L)		1		
POTASIO	K (mg/L)	4.6		
	K_2O (mg/L)	5.6		

Las casillas en blanco corresponden a los compuestos que no se pudieron terminar de medir debido a las condiciones previamente descritas. Como se puede apreciar en la zona A se pudieron analizar casi todos los compuestos pues fue la mejor zona para realizar las extracciones de muestras, mientras que las otras dos no ofrecieron la misma facilidad de extracción.

En los compuestos medidos apenas se aprecian diferencias clara que lleven consigo diferencias significativas entre las zonas las cuales afecten al crecimiento de la especie a estudiar, por lo tanto sin un análisis más detallado y exhaustivo se considera que las diferencias de población entre las diferentes zonas no están ligadas a los nutrientes contenidos en el suelo.



12. INCIDENTES DURANTE EL EXPERIMENTO

A la hora de tener parcelas de investigación en campo y, además, una zona tan transitada como es el sendero del río dos Gafos, hubo que tener en cuenta desde un principio que durante el tiempo que durase el proyecto se podrían producir desperfectos por diversas causas. Una vez se desmontaron las parcelas estas causas se englobaron en dos grupos, desperfectos por actividad humana y desperfectos producidos por factores climáticos. A continuación se hace una breve descripción de los desperfectos que se produjeron de ambos tipos durante los nueve meses que estuvieron las parcelas montadas en el río.

12.1. Desperfectos por actividad humana: las parcelas se instalaron en una zona bastante transitada por personas que salían de la ciudad para ir a dar un paseo por un entorno natural cercano, en este caso el río dos Gafos, además la entrada a Pontevedra del camino de Santiago portugués pasa por el sendero de dicho río. Se colocaron carteles informando de que eran parcelas de investigación y que por favor no se tocaran, adjuntando además los logos de Vaipolorio, de la Universidade de Vigo y de la facultad de forestales de Pontevedra, pero no fue suficiente. Los incidentes que se produjeron de este tipo fueron que alguien hizo varios agujeros en los plásticos de las parcelas con el tratamiento de colocación de plásticos negros opacos, no fueron agujeros muy grandes, pero suficientes para poder arruinar el experimento si no se subsanaba a tiempo. Los agujeros tenían unas dimensiones de aproximadamente 5 centímetros de diámetro, por suerte se detectaron a tiempo y se parchearon inmediatamente y no hubo que lamentar que ese desperfecto cambiara los resultados obtenidos de este tratamiento.

En la imagen de la izquierda se muestra el agujero mencionado hecho por actividad humana, mientras que en la imagen de la derecha se puede apreciar el mismo plástico una vez que ha parcheado.

12.2. Desperfectos por climatología: En cualquier proyecto que traiga consigo la instalación de parcelas en el exterior, se corre el riesgo de que se puedan producir desperfectos por acciones meteorológicas. Este proyecto no se queda fuera de este riesgo y se produjo un incidente ligado a la meteorología.

Cuando pasó la tormenta "Ana" en diciembre de 2017 por Galicia dejo su huella en la zona en la que se estaban instalando las parcelas. En el momento en el que paso por allí, estaban listas las parcelas de la zona A, mientras que las de la zona B estaban tan solo marcadas y aún no se había procedido a aplicar ningún tratamiento.

Los efectos negativos se pudieron observar en todo el río en forma de ramas por el suelo, árboles derribados a causa del viento, crecida del cauce del río, etc.

A algunas de las parcelas de la zona B les cayó encima una rama de grandes dimensiones con la que se llegó a pensar que habría echado a perder las parcelas que había sepultado. Una vez que el tiempo mejoró se extrajo esa rama y se procedió a hacer una evaluación de las parcelas para poder ver cómo de afectadas estaban. Una vez evaluados los daños, se pudo observar que no eran tan graves como en un principio parecían, de echo todas las parcelas fueron recuperables, las que más afectadas estaban se aprovecharon para hacer el método de eliminación total, por el contrario las que menos afección presentaban se dejaron sin tocar.

13. RESULTADOS OBTENIDOS

Las parcelas de investigación estuvieron instaladas un total de 9 meses, desde principios de diciembre hasta principios de agosto, cuando se desmontan las parcelas y se recogen los resultados finales se analizan y se obtiene lo siguiente:

Para las **parcelas con eliminación total** se hace un segundo arrancado y se pesa lo recogido para así poder ver lo que creció la especie en estos meses.

ZONA	PARCELA	PESOS INICIALES (G)	PESOS FINALES (G)
A	1	451,6	213
	2	700	282
	3	643,8	306
B	1	663,4	61
	2	1037,6	104
	3	691	80
C	1	241,8	179
	2	382,2	100
	3	767,6	297

Viendo estos resultados, y considerando que los ejemplares siguieran la misma tendencia de crecimiento, lo cual es muy complicado, y ampliándolo hasta que se cumpla un año del experimento se podría apreciar que esta especie no llegaría a la situación inicial en el primer año. Por lo que el método es efectivo, realizando una sola extracción al año, consigue reducir la cantidad de ejemplares de la especie. Teniendo en cuenta que el arrancado se realizó en invierno, una estación en la que esta especie apenas crece, y que su máximo crecimiento se produce en meses de primavera y verano, los crecimientos estarían en su punto álgido, por lo que a partir de la fecha no deberían seguir creciendo en esta medida.

A continuación, se adjuntan varias imágenes de este tipo de parcelas, mostrando el crecimiento de la especie que se produjo en la parcela después de hacer el arrancado total:

Las tres imágenes anteriores corresponden a parcelas en las que se realizó una eliminación total, y que corresponden a las zonas A, B y Luz respectivamente. Como se puede apreciar en la zona A es en la que se produjo un mayor crecimiento de la especie, mientras que en las zonas B y Luz, hay crecimientos pero no son tan abundantes.

Las parcelas en las que se colocaron los **plásticos negros opacos** no fueron destapadas en toda la duración del experimento, aunque como se ha mencionado anteriormente, lo que si sucedió es que alguien les hizo agujeros en el plástico en varias de las parcelas. Una vez terminado el experimento y retirados los plásticos no se apreciaron diferencias entre las parcelas que habían sido agujereadas de las que no pues ambas mostraban las mismas características en los ejemplares de Tradescantia. Esto que se acaba de comentar puede ser debido a la rapidez con la que se actuó a la hora de parchear los plásticos sin dar apenas tiempo de reacción a la especie. Cuando se retiran los plásticos lo que se puede apreciar es que se produjo un debilitamiento claro de la especie, aunque no la llegó a erradicar. Dependiendo de la parcela se puede apreciar que el método que ha sido más o menos efectivo, ya que en todas las parcelas que se trataron con este método se consiguió eliminar toda la superficie foliar y una parte de los tallos se puede apreciar que aún queda una gran cantidad de tallos de la especie. A continuación, se muestran varias de las parcelas que se trataron con este método:

En la foto anterior se muestra una de las parcelas que mejores resultados arrojó con respecto al uso de plásticos negros opacos, esta parcela se emplazó en la zona A. En esta imagen se aprecian dos fotografías, la superior muestra el estado inicial de la parcela antes de colocar el plástico, mientras que en la de debajo se aprecia cómo quedo la parcela una vez retirados los plásticos al finalizar el proyecto.

En esta otra imagen, correspondiente a una parcela de la zona B, se muestra otra de las parcelas con el tratamiento de los plásticos, pero en este caso los resultados no son tan buenos como en la imagen anterior ya que, como se aprecia en la imagen, aunque la Tradescantia se debilitó y perdió mucha materia vegetal aún queda demasiada materia en la parcela.

Una vez que se destapan las parcelas y se dejan un tiempo al descubierto se aprecia que poco a poco la especie empieza a brotar de nuevo, se nota sobre todo en el área foliar. Los plásticos provocaron que estas muestras perdieran toda el área foliar, y al destaparlas poco a poco esto se recupera.

Esta imagen corresponde a una de las parcelas en las que se emplearon los plásticos. Esta foto fue tomada aproximadamente un mes después de la extracción del plástico, y como se puede apreciar, hay pequeños brotes de Tradescantia en toda la parcela.

En las parcelas en las que no se realizó **ninguna acción**, todas sufrieron un crecimiento claro en todo el tiempo que duró este proyecto, llegando en alguna de ellas a sobrepasar los límites superiores de las parcelas. Las parcelas tenían una altura de unos 50 cm, y en algunas en las que se dieron las condiciones adecuadas la invasión llegó a superar ese límite superior. Como se hizo anteriormente se adjuntan varias imágenes para mostrar la evolución de las parcelas durante todo el proyecto:

Esta es una de las parcelas que corresponde a una de las parcelas de la zona A. Sufrió un gran crecimiento, llegando a superar el cubo formado por las estacas y las cintas. Como se puede apreciar en la imagen, en un inicio se podía ver claramente las estacas y las cintas, pero al finalizar el proyecto esto se hizo muy difícil debido al gran crecimiento que experimento la especie en los meses de primavera y verano.

Este es otro ejemplo como el anterior pero en una parcela de la zona de Luz, en el que se muestra el crecimiento que experimentó la parcela mencionada.

En el apartado de anexos se adjunta uno en el que se pueden apreciar más imágenes como las que se acaban de exponer en este apartado, que son algunos ejemplos de lo que sucedió en algunas de las parcelas de investigación. En el anexo se pondrán más imágenes como estas pero del resto de parcelas que no se han expuesto en este apartado debido a que las que se muestran son las más representativas.

Un resultado positivo que se obtuvo con esta investigación es la aparición de especies nativas que habían sido desplazadas por la invasión de la Tradescantia. Una vez que se aplicaron los tratamientos oportunos y llegó la época de brotación de estas especies pudieron brotar y crecer debido a que no había invasora que impidieran su crecimiento. Se trata del Narcissus cyclamineus y el Hyacinthoides paivae, ambas especies son temporales y brotan en distintas épocas del año. La primera especie que brotó fue el Narcissus cyclamineus, a mediados de febrero, mientras que el Hyacinthoides paivae brotó a finales de marzo. Ambas especies brotaron sobre todo en las parcelas en las que más Tradescantia se extrajo, por el contrario, como es lógico, en las parcelas en las que no se realizó ninguna acción no brotó ninguna de las dos especies.

En esta imagen se aprecia como la especie Narcissus cyclamineus creció en una de las parcelas de la zona A en las que se aplicó el tratamiento de eliminación total planta por planta. En esta parcela, esta especie pudo crecer debido a que se había eliminado toda la invasora, sin haber realizado esta acción no habría podido brotar. Esta especie brotó en esta zona a mediados de febrero del 2018.

En esta otra imagen se muestra lo mismo que en la imagen anterior pero con la especie Hyacinthoides paivae, la cual también creció en las zonas en la que se realizaron extracciones de invasora. Esta especie brotó a finales de marzo del 2018.

14. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con las investigaciones llevadas a cabo en este proyecto podemos extraer varias conclusiones que a la larga pueden valer como métodos para, por lo menos, controlar esta especie invasora. En este apartado se discutirán los resultados obtenidos y se compararán con los de los proyectos llevados a cabo con esta especie y ya expuestos anteriormente.

Como en este proyecto no se han aplicado métodos ni químicos ni biológicos no pueden evaluar, lo que sí se puede afirmar es que en los estudios realizados por los investigadores que los aplicaron los mejores resultados los arrojó el uso de paraquat. Mientras que con los agentes biológicos no hay muchas investigaciones realizadas por lo que los resultados que hay son escasos.

- Con el sombreo artificial lo que consiguieron los investigadores que lo realizaron fue una disminución de la biomasa que varía dependiendo del autor que lo haya investigado, a continuación se adjuntan los resultados de los autores que lo ejecutaron y el resultado de este proyecto:
  En el caso de Fagúndez y Barrada, 2007, el resultado obtenido fue una disminución del 40% de la cobertura en un periodo de unos 17 meses.
  Sanz et al., (2004) aplicaron la técnica de sombreado artificial, obteniendo como resultado una menor disminución de biomasa que en el anterior, entre un 2 y un 5%.
  El antiguo Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en el 2013 obtiene unos resultados similares a los anteriores, obteniendo una reducción de entre el 2 y el 5%.
  Por último Rachel J. Standish, en el 2002, realizando esta misma técnica afirma que con su investigación obtuvo una reducción masiva de biomasa en un periodo de unos 17 meses.
  - En este proyecto se aplicó el sombreo artificial durante unos 9 meses aproximadamente, obteniendo unos resultados similares a los descritos por lo anteriores investigadores. En general, en la mayoría de las parcelas en las que se aplicó el método se aprecia una disminución significativa de biomasa, solo hay una parcela en la que la disminución no es similar a las demás, aun así tuvo una disminución de biomasa.
    Una vez extraídos los plásticos, unas semanas después se puede apreciar que hay pequeños brotes en toda la parcela en la que se empleó este método. Esto quiere decir que se ha conseguido debilitar a los ejemplares pero no eliminarlos, ya que finalmente vuelven a brotar.

  En el anexo II se adjuntan imágenes de las parcelas en su inicio, cuando se les aplicó el tratamiento correspondiente y al finalizar el experimento, ahí se pueden apreciar las diferencias de biomasa que se dan en las parcelas en las que se empleó el sombreo artificial.
- El otro método empleado en este proyecto es el arrancado manual y cuidadoso planta por planta, que también fue aplicado por la mayoría de los autores mencionados.
  Fagúndez y Barrada, en el 2007, estudiaron esta técnica, y sus resultados fueron buenos, concluyeron que con una eliminación del 40% de la cobertura, las especies nativas ya empezarían a brotar.

Sanz et al., (2004) recomienda este método para pequeñas invasiones, siendo muy cuidados para no dejar fragmentos en el suelo que puedan rebrotar más tarde.
El Grupo Especialista en Invasiones Biológicas en el 2011 recomiendan lo mismo que Sanz Elorza et. al., que se realice esta acción para pequeñas invasiones.
El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente promovió estas acciones en el 2013, recomendando también llevarlas a cabo en pequeñas invasiones. Aunque en Andalucía llevaron a cabo este método extrayendo unas 21 toneladas de materia vegetal en una superficie de 1.8 hectáreas.
Rachel J. Standish realizó en 2002 un experimento enfrentando el arrancado manual con la aplicación de químicos, obteniendo que es mejor realizar arrancado manual que aplicar químicos.

- En este proyecto también se aplicó el arrancado manual, obteniendo que gracias a la disminución de biomasa invasora hubo endemismos, como se comentaron en el punto anterior, que pudieron brotar en zonas en las que antes no lo podían hacer debido a la invasión. Además de esto, el arrancado manual da unos resultados positivos debido a que la especie tarda unos 4 o 5 meses en brotar siempre que la extracción se realice en época de poco crecimiento de la especie lo que le dificulta esta brotación.

Como en el método anterior, en el anexo II se adjuntarán también algunas fotos de este tratamiento en el río.

15. CONCLUSIONES

Según observaciones realizadas en el campo durante los meses que duró el experimento se puede afirmar que hay dos factores ambientales que afectan en gran medida a esta especie, uno de ellos es la luz solar directa, y el otro es el factor de las heladas invernales. En cuanto a la luz, al ser una especie de sombra, cuando le da luz solar directa durante gran parte del día se puede apreciar cierto amarilleamiento de las hojas, así como una reducción en densidad de las poblaciones y en el tamaño de los ejemplares. Las heladas consiguen afectar a las partes más superficiales de los ejemplares que se asientan en una zona desprotegida de este factor, pero en cuanto las heladas remiten, enseguida se recupera la especie dejando atrás las partes muertas y retomando de nuevo su actividad.

De todo lo anterior se puede concluir que los métodos empleados son efectivos, los resultados son similares a las investigaciones realizadas por diferentes expertos en diferentes zonas del mundo. Queda mucho que investigar sobre esta especie ya que no hay suficientes métodos para para poder evaluar cuál es el más fiable, los dos aplicados, de todos los que hay son los más efectivos, así lo afirman los expertos y según las pruebas realizadas en este proyecto también se afirma esto.

16. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

En este apartado se recomiendan propuestas de actuación para llevar a cabo la eliminación o control de esta especie y en este entorno. Se hacen en base a los experimentos realizados durante el proyecto. Para que estas recomendaciones tengan una base más sólida habría que alargar este proyecto y haciendo diferentes extracciones en diferentes épocas del año, y en el caso del uso de plásticos, habría que alargar la estancia de los plásticos en el campo para saber si finalmente elimina la especie y no solo la debilita.

- En primer lugar, en este entorno, como se ha comentado anteriormente, no se recomienda el uso de componentes químicos como los herbicidas por los motivos que se han expuesto. El motivo principal es que de esta forma se elimina el riesgo de que se pueda afectar a otras especies las cuales no se pretendían afectar.
- Los métodos de control o eliminación con elementos biológicos tampoco son recomendables, los motivos también han sido expuestos anteriormente. Principalmente se descartan porque no se quiere que se pueda producir otra invasión por parte del organismo que se introduzca para controlar la Tradescantia.
- El método más recomendable por los resultados obtenidos es el de hacer arrancado manual y cuidadoso planta por planta. Con este método se controla mucho mejor esta invasión, lleva mucho trabajo la extracción de las plantas sobre todo en superficies donde la invasión es muy amplia, pero a la larga, haciendo varias extracciones sería la mejor opción a la hora de controlar/erradicar esta especie.
- El uso de plásticos negros opacos según los resultados obtenidos tan solo debilitan a los ejemplares a los que estén tapando, y dependiendo de la zona en la que se apliquen, como se ha visto en el punto donde se muestran los resultados obtenidos, en unas zonas son más efectivos que en otras. Para saber si realmente este método es capaz de eliminar esta especie habría que dejarlos más tiempo en el campo.
- Un método que podría funcionar, aunque no está probado, sería hacer uso de los plásticos negros opacos y una vez extraídos hacer un arrancado manual. De esta forma, utilizando los plásticos se debilitan los ejemplares, lo que facilitaría su extracción posterior. Además esto podría retrasar los brotes posteriores al arrancado y también dificultar la brotación.
- Lo más importante a la hora de eliminar esta invasora es tener constancia, ya que si se empieza un plan de erradicación y después se deja, el problema será el mismo. Por eso hay que tener constancia, ir haciendo arrancados en determinadas épocas del año hasta controlarla o erradicarla. Para que esta solución fuera más sólida habría que realizar otro trabajo más largo en el tiempo y realizar varios arrancados en varias épocas del año para así comprobar en que época es mejor realizar las extracciones.

17. GUIA DE ELIMINACIÓN DE ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS

A la hora de realizar un plan de erradicación de especies invasoras hay que tener varios aspectos claros, en primer lugar hay que tener claro lo que es una especie invasoras y cómo se comporta. En segundo lugar hay que saber localizar y tener claro que lo que se pretende eliminar es de verdad una invasora. Para hacer este tipo de planes es importante siempre consultar a un especialista en la materia para que se lleve a cabo correctamente y que no se produzca un error que pueda afectar a otras especies las cuales no se pretendían dañar.

Las especies invasoras están presentes en todo el mundo, y en el emplazamiento en el que se trabajó durante todo el transcurso del proyecto no es menos. En el río Gafos con conocer unas cuantas especies invasoras ya vale para que cuando se pasea por sus senderos se puedan apreciar con absoluta facilidad. Vaipolorío con la ayuda de expertos realizó una lista de las especies invasoras presentes en las riberas del río, así como de la gravedad que presentan estas invasiones. En el siguiente cuadro se muestran las especies invasoras presentes en el río de los Gafos:

ESPECIES INVASORAS EN EL RÍO DOS GAFOS	
Acacia dealbata	*Egeria densa*
Acacia melanoxylon	*Eleocharis bonariensis*
Acer negundo	*Erigeron Karvinskianus*
Arundo donax	*Eucaliptus globulus*
Bidens aurea	*Ipomoea indica*
Buddleja davidii	*Oenothera glazioviana*
Chenopodium ambrosioides	*Paspalum dilatatum*
Conyza bonariensis	*Phytolacca americana*
Conyza canadensis	*Robinia pseudoacacia*
Cortaderia selloana	*Tradescantia fluminensis*
Crocosmia x crocosmiflora	*Tropaeolum majus*
Cyperus eragrostis	*Yucca gloriosa*
Datura stramonium	*Zantedeschia aethiopica*

Todas las especies que aparecen en la lista son especies invasoras, pero no todas presentan el mismo nivel de severidad en el río. Esto quiere decir que no todas están presentes por igual en el río ni que todas afectan de la misma forma al entorno. Las que presentan una severidad más alta son la Robinia pseudoacacia y la especie que se estudia en este proyecto, la Tradescantia fluminensis, de estas dos, la primera es la que muestra una severidad sobre el río más alta. Pero no solo son estas dos especies las que reflejan una severidad preocupante, otras dos especies que se encuentran en unos niveles altos son el Cyperus eragrostis y la Phytolacca americana, que aunque no llegan a los niveles de la Robinia y la Tradescantia, su afección también es importante. El resto de especies de la lista son importantes también, pero su nivel de afección no es preocupante, aunque si es verdad que es conveniente tenerlas vigiladas.

Con la ayuda de un especialista se buscarán todos los métodos de control/erradicación investigados y aplicados en el mundo. Para algunas especies se encontrarán multitud de ellos, pero para otras no se encontrarán, aún así se deben buscar. Un ejemplo de esto es el número

de investigaciones realizadas y abiertas que hay para la Tradescantia y par la Robinia, para la primera hay pocas investigaciones hechas, prácticamente las que hay son las que se mencionaron anteriormente para este proyecto, mientras que por el contrario, para la Robinia hay muchas más investigaciones. Esta diferencia se debe a que hay especies que tienen una capacidad mayor de invadir nuevos territorios, por eso muchos investigadores de diferentes partes lo investigan, mientras que para otras especies, como puede ser la Tradescantia, que tiene una alta capacidad de invasión, pero que es una especie que no se ha extendido por muchas zonas no tiene la suficiente investigación por parte de otros países en los que no se haya introducido.

Después de tener recopilada toda la información con respecto a la eliminación de dicha especie se procede a estudiar las condiciones en las que se encuentra la invasión, es decir, se estudia el medio para saber que limitaciones podría tener la aplicación de ciertos métodos de eliminación. Una limitación, por ejemplo, sería que la invasión se encuentre en una zona con especial riqueza biológica, lo que condicionaría en gran medida la aplicación de métodos químicos y biológicos principalmente, aunque algunos físicos también los podría condicionar. Es por eso por lo que es muy importante tener claro en las condiciones en las que se encuentra el medio así como las posibles respuestas de la especie y el medio a esa aplicación de diferentes métodos.

Una vez se tiene toda la información del medio, de la especie y de las formas de eliminación que hay, lo que se hace es juntarlo todo y proceder a hacer descartes de métodos y a diseñar un plan de erradicación. En primer lugar se comienza con los descartes de métodos de eliminación, dependiendo de lo que se encentre en la zona podría darse el caso de no tener que realizar ningún descarte, aunque no es lo común. Lo normal es realizar algún descarte, ya sea porque el método es demasiado agresivo para el medio o porque no casa bien con las condiciones en las que se encuentra la invasión por ejemplo, estos descartes dependerán de la zona y de las condiciones en las que se encuentre, y puede darse el caso en el que en una zona un determinado método no se adapte y en otra, ese mismo método, pueda funcionar. Las metodologías más susceptibles a ser descartadas son, principalmente, las que emplean agentes químicos y biológicos. Eso es debido a que, en primer lugar, se puede afectar a otras especies a las que no se pretendía afectar tanto con los agentes químicos como con los biológicos. Otra de los motivos es que, en el caso de los químicos, puedan permanecer en el suelo y acumularse en las capas superficiales del suelo, también que puedan ser arrastrados por acción del agua a ríos o lagos. En cuanto a los métodos biológicos, su principal riesgo es que, normalmente cuando se pretende erradicar una especie de esta forma se emplean enemigos naturales de esa especie, que por lo general son de fuera del ambiente donde se está produciendo la invasión. Esto puede salir bien, pero hay un alto riesgo de que la nueva especie introducida se adapte y no haga el trabajo por el que se introdujo y que se convierta en una nueva invasora. Por estos motivos estas dos metodologías son las más susceptibles a ser descartadas. También se puede dar el caso de tener que eliminar algún método físico por su agresividad principalmente, pero por lo general no tienen tantos riesgos como los anteriores. Varios ejemplos de esto son los descartes que se realizaron para este proyecto con respecto a los métodos biológicos y químicos. Recordando el por qué se hizo fue porque, los químicos porque hay un río demasiado cerca y el químico puede ser arrastrado hasta el, y los biológicos porque no hay estudios lo suficientemente sólidos como para aplicarlos en campo.

Cuando están claros los métodos que se pueden emplear y los que no, y además se tienen localizadas las zonas en las que se va a actuar, se procede a iniciar el proceso de eliminación. En primer lugar se instalarán las parcelas o zonas en las que se va actuar, esta diferenciación se hace dependiendo de la especie que se vaya a tratar, si son especies rastreras, como es la Tradescantia, es mejor hacer parcelas, mientras que si son especies arbóreas de un mayor porte es más aconsejable hacer zonas de estudio. En ambos casos deben tener un tamaño adecuado para que así sea más fácil su manejo. El tamaño y cantidad de estas zonas o parcelas dependerá de la superficie que se quiere tratar y de los tratamientos que se pretendan aplicar. Una vez están montadas las zonas o las parcelas se procede a aplicar el tratamiento elegido para cada una. Esto se debe realizar con sumo cuidado para que no haya problemas derivados de una mala aplicación del tratamiento. A continuación se deja pasar el tiempo que se considere oportuno para comprobar si el tratamiento da buenos resultados, si este es el caso el tratamiento se ampliará a más zonas afectadas. Si por el contrario los resultados no son los esperados lo que se hace es una valoración del por qué no ha sido efectivo y de si hay que perfeccionar algún aspecto del tratamiento aplicado. También puede ser que el tratamiento no se adapte lo suficientemente bien a las condiciones y haya que buscar otros métodos.

Cuando el resultado es que se ha conseguido eliminar o por lo menos controlar esa especie lo siguiente que hay que hacer se divide en dos acciones, una de vigilancia y otra de gestión del terreno. La vigilancia es muy importante ya que de ella depende que si la invasora vuelve a brotar se pueda detectar a tiempo y aplicar las medidas necesarias lo antes posible, ya que si no es así se podría volver a la situación inicial, que precisamente es lo que se intenta evitar. La otra acción que se debe realizar es la gestión de ese terreno, haciendo una buena gestión del terreno lo que se consigue principalmente es:

- Si la especie no ha sido eliminada por completo, que sea más difícil su regeneración y vuelta a la situación inicial.
- En el caso de haber sido eliminada por completo el terreno en ese momento es vulnerable a una nueva invasión, pero también a que las especies autóctonas puedan retomar esa zona de nuevo.

Esta gestión se debe hacer con cuidado y siempre, como se ha comentado con anterioridad, con el apoyo y el consejo de especialistas. Gestiones de ese terreno puede haber muchas, desde hacer una pequeña obra para hacer un sendero hasta repoblar esa zona de especies autóctona, todo esto depende de donde sea y lo que se puede o no puede realizar en esa zona.

Pero el punto más importante a la hora de eliminar una invasora es ser constantes. Una especie invasora no es fácil ni de controlar ni de erradicar, pero lo que las va debilitando a medida que pasa el tiempo es la constancia. Aplicar métodos de eliminación constantemente impidiendo que esa especie se recupere es la mejor forma de llegar al objetivo deseado. Dependiendo de la especie, como en todos los puntos del proceso, será más o menos el tiempo que lleve hacer esto, pero es importante hacerlo correctamente.

En el río Gafos se recomienda seguir esta pequeña guía para cualquiera de las invasoras que presenta el río, empezando desde las que tienen una mayor presencia en él. Si finalmente siguiendo estos pasos se consigue el objetivo, las acciones que se recomiendan son las siguientes:

- En el caso de que la población de invasora se encuentre en la espesura, se recomienda plantar en esas zonas especies autóctonas de la zona, además de ser típicas de los bosques de ribera gallegos, como pueden ser el *Alnus glutinosa* o las especies *Betula sp..*
- Otro caso es el de las especies que están en los márgenes del sendero, que en algunas zonas es bastante estrecho, en esas zonas lo recomendable sería ampliar el sendero en la medida de lo posible, siempre ampliándolo hacia la zona en la que se encontraba la población de invasoras.
- En algunos casos la población invasora se encuentra en una parcela privada de la que es más complicado hacerse cargo, en ese caso lo primero es hablar con el propietario para ver si se puede realizar el tratamiento en esa zona. En caso negativo lo que hay que hacer es tratar de convencerle dándole los suficientes argumentos para que permita hacerlo, aunque en ocasiones la respuesta puede ser negativa, lo que dificultaría en gran medida la gestión. Ante la negativa pocas cosas se pueden hacer, además de que las zonas anexas estarían en peligro debido a que si se erradica una invasora de los alrededores pero no dentro de la propiedad privada, esta puede expandirse de nuevo hacia fuera. Ante esta situación lo único que se podría hacer es controlar el perímetro y tratar de que no se expanda, pero además seguir intentando convencer al propietario de que se gestione su parcela.

18. BIBLIOGRAFÍA

Enlaces Web

- Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (2018). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ministerio para la Transición Ecológica. [Accesible en el enlace web: https://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce-eei-catalogo.aspx Último acceso 13/09/2018]
- European Commission (2003). Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe (DAISIE). (SSPI-CT-2003-511202). [Accesible en el enlace web: http://www.europe-aliens.org/default.do último acceso 25/08/2018].
- Invasive Species Specialist Group (ISSG) of the IUCN Species Survival Commission (2000). Global Invasive Species Database (GISD). [Accesible en el enlace web: http://www.iucngisd.org/gisd/ Último acceso 25/08/2018].
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ministerio para la Transición Ecológica. Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras-Flora. [Accesible en el enlace web: http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-exoticas-invasoras/ce_eei_flora.aspx último acceso 25/08/2018]
- Vaipolorío. [Accesible en el enlace web: http://www.vaipolorio.gal/ último acceso 22/07/18]

Estudios consultados

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Catálogo Español de Especies Exóticas invasoras (*Tradescantia fluminensis*) TRAFLU/EEI/FL052
- Kelly, D. y Skipworth, J.P., (1984). *Tradescantia fluminensis* in a Manawatu (New Zealand) forest: II.Management by herbicides. *New Zealand Journal of Botany*, *22*, 399-402.
- Standish, R. J., (2001). Prospects for biological control of *Tradescantia fluminensis* Vell. (Commelinaceae). *Doc Science Internal Series*, *9*.
- Standish, R. J., (2002). Experimenting with methods to control *Tradescantia fluminensis*, an invasive weed of native forest remnants in New Zealand. *New Zealand journal of ecology*, *26*(2), 161-170.

Libros consultados

- Capdevila-Argüellas, L., Ziletti, B.& Suárez Álvarez, V.A.(2012) Plan extratéxico galego de xestión das especies exóticas invasoras e para o desenvolvemento dun sistema estandarizado de análise de riscos para as especies exóticas en Galicia. Fondo europeo de desenvolvemento rexional & Xunta de Galicia.
- Fagúndez, J.& Barrada, M. (2007) Plantas invasoras de Galicia. Bioloxía, distribución e métodos de control. Xunta de Galicia, consellería de medio ambiente e desenvolvemento sostible, dirección Xeral de consevacion da Natureza. Pags 147-150.
- Mouriño Lourido, J., César Aldariz, J., CapdevillaArgüelles, L., Pesqueira Cameselle, X. M., BernárdezVillegas, G., Salvadores Ramos, R., & Rego Vale, E. (2007) As especies exóticas invasoras en Galicia: diagnóstico da situación actual e proposta de liñas de actuación.

Arcea, xestión de recursos naturais S.L. & Xunta de Galicia, consellería de medio ambiente e desenvolvemento sostible, Dirección Xeral de Conservación da Natureza.

- Sanz Elorza,M., Dana Sánchez, E.D. & Sobrino Vespertinas, E. (2004) Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España. Secretaría general para el territorio y biodiversidad. Dirección general para la biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente.
- Silva-Pando, F. J. & Castro González, A. (2015) Flora do río dos Gafos. Vaipolorío. Consellería de Cultura do Concello de Pontevedra.

Legislación

- BOE núm. 112, de 11 de mayo de 2011. Referencia: BOE-A-2011-8228.
- BOE núm. 141, de 13 de junio de 1998. Referencia: BOE-A-1998-13938.
- BOE núm. 152, de 23 de junio de 2010. Referencia: BOE-A-2010-9953.
- BOE núm. 178, de 27 de julio de 2006. Referencia: BOE-A-2006-13555.
- BOE núm. 185, de 3 de agosto de 2013. Referencia: BOE-A-2013-8565.
- BOE núm. 221, de 12 de septiembre de 2008. Referencia: BOE-A-2008-14855.
- BOE núm. 236, de 30 de septiembre de 2011. Referencia: BOE-A-2011-15363.
- BOE núm. 279, de 21 de noviembre de 2002. Referencia: BOE-A-2002-22649.
- BOE núm. 285, de 28 de noviembre de 1997. Referencia: BOE-A-1997-25346.
- BOE núm. 299, de 14 de diciembre de 2007. Referencia: BOE-A-2007-A-21490.
- BOE núm. 308, de 23 de diciembre de 2008. Referencia: BOE-A-2008-20680.
- BOE núm. 522, de 24 de octubre de 2007. Referencia: BOE-A-2007-18475.
- DOUE núm. 30, de 5 de febrero de 2016. Referencia: DOUE-L-2016-80226.
- DOUE núm. 182, de 13 de julio de 2017. Referencia: DOUE-L-2017-81390.
- DOUE núm. 189, de 14 de julio de 2017. Referencia: DOUE-L-2016-81269.
- DOUE núm. 208, de 11 de agosto de 2017. Referencia: DOUE-L-2017-81644.
- DOUE núm. 317, de 4 de noviembre de 2014. Referencia: DOUE-L-2014-83320.

TRABAJO FIN DE GRADO

Análisis de Especies Exóticas Invasoras: caso práctico sobre la eliminación de *Tradescantia fluminensis* en el río Gafos.
Análise das Especies Exóticas Invasoras: caso práctico sobre a eliminación da *Tradescantia fluminensis* no río Gafos.
Analysis of Invasive Alien Species: a case study on the elimination of *Tradescantia fluminensis* in the Gafos river.

Grado en Ingeniería Forestal

Documento:

ANEXOS

ANEXO I: Fotografías de la tormenta "Ana" en el río Gafos

En este anexo se muestran algunas imágenes de desperfectos que provocó la tormenta "Ana" a su paso por el río dos Gafos en Pontevedra. Además se adjuntan algunas fotos de los desperfectos que provocó en las parcelas de investigación.

ANEXO II: Comparativo de las parcelas en su instalación y su final.

En este otro anexo se adjuntan algunas de las fotografías en las que se hace una comparación de las parcelas al inicio del proyecto y al final de éste, cuando se tomaron los últimos datos, de esta forma se puede apreciar el cambio que sufrieron.

En el primer apartado de este anexo se muestran algunas de las parcelas en las que se colocaron los plásticos:

Plásticos en la Zona A:

Plásticos en la Zona B:

A continuación se presentan algunas de las imágenes correspondientes a las parcelas en las que se realizó una extracción total de la invasora. Este tratamiento se realizó para las 3 zonas de estudio, las zonas A y B y la zona de Luz:

Eliminación total en la Zona A:

Eliminación total en la Zona B:

Eliminación total en la Zona de Luz:

Se adjuntan ahora algunas de las imágenes correspondientes a las parcelas en las que no se aplicó ningún tratamiento, este tipo de parcelas también se instalaron en las 3 zonas:

Sin tratamiento en la Zona A:

Sin tratamiento en la Zona B:

Sin tratamiento en la Zona de Luz: