



Grado en Bioloxía

Memoria do Traballo de Fin de Grao

Éxito reproductivo de una planta exótica invasora no Golfo Ártabro

Reproductive succed of an alien invasive plant in the Ártabro Gulf

Alejandro Gesto Moral

Fecha de defensa: 27 Julio,2016

Tutor(es) Académico: Jaime Fagúndez Díaz, Javier Cremades Ugarte



Javier Cremades Ugarte y Jaime Fagúndez Díaz, profesores del área de botánica del departamento de Biología animal, Biología vegetal y Ecología

INFORMAN:

Que la presente memoria titulada “**Éxito reproductivo dunha planta exótica invasora no Golfo Ártabro**”, presentada por **D. Alejandro José Gesto Moral** como Trabajo de Fin de Grado (TFG) en la titulación de grado en Biología, ha sido realizada bajo nuestra supervisión y cumple con los requisitos necesarios, por lo que

AUTORIZAMOS la presentación de dicho trabajo ante el tribunal correspondiente

Lo que firmamos en A Coruña a 18 de julio de 2016

Fdo. Javier Cremades Ugarte

Fdo. Jaime Fagúndez Díaz

ÍNDICE

Resumen/Summary

Palabras clave

1. Introducción
2. Objetivos
3. Material y métodos
4. Resultados
5. Discusión
6. Conclusiones / Conclusions
7. Bibliografía

RESUMEN

En este trabajo se evalúa el éxito reproductivo y el potencial invasor de diferentes muestras de la especie *Helychrisum petiolare* Hilliard & Burtt, pertenecientes a diferentes poblaciones, situadas todas ellas dentro del Golfo Ártabro. Se analizan 2 poblaciones con numerosos individuos que juegan el papel de poblaciones madre, y 4 poblaciones aisladas, con el objetivo de determinar si esta especie presenta una reproducción sexual efectiva, además de resolver si en las poblaciones aisladas ocurre depresión por aislamiento respecto a las poblaciones madre, o por el contrario, su éxito reproductivo y potencial invasor son similares. Conocer estos parámetros es necesario de cara a una correcta gestión de esta especie en un futuro.

SUMMARY

In this work the reproductive success and the invasive potential of different samples of the species *Helychrisum petiolare* Hilliard & Burtt, belonging to different populations, all located within the Gulf Ártabro is evaluated. We analyze two populations with many individuals who play the role of mother populations, and 4 isolated populations, in order to determine whether this species has an effective sexual reproduction, in addition we also determine if in isolated populations occurs depression isolation, or conversely, their reproductive success and invasive potential are similar. Knowing these parameters is necessary to face the proper management of this species in the future.

PALABRAS CRAVE:

Especies invasoras, exóticas, éxito reproductivo, reproducción sexual, potencial invasor, *Helychrisum petiolare*.

1. Introducción

La introducción y redistribución de especies por el hombre es uno de los factores que causa mayor impacto sobre la extinción de especies, de hecho, las invasiones biológicas producidas por especies exóticas son la segunda causa de pérdida de diversidad en el planeta, por detrás de la destrucción de hábitats (Everett 2000), y, según el libro rojo de la UICN son la causa de poner en peligro al 5% de las especies amenazadas. Además, del impacto negativo que causan a los ecosistemas, tienen una influencia económica notable sobre nuestra sociedad, puesto que reducen los rendimientos de la agricultura, la explotación forestal y la pesca (Pimentel et al., 2000).

Se denomina invasión biológica al proceso de movilización de una especie fuera de su lugar de origen, se inicia con el traslado e introducción por parte del hombre, pudiendo darse de manera accidental, o, siguiendo un interés económico, continua con la liberación y establecimiento en regiones apartadas, donde puede propagarse y constituir poblaciones que presenten consecuencias a su entorno (Williamson 2000). Estas especies pueden desplazar a las especies autóctonas, al competir por los mismos recursos de forma más eficiente. Cuando una especie introducida ocupa el mismo nicho ecológico que una especie autóctona, pero con mayor eficacia, la autóctona puede extinguirse localmente (Sanz et al., 2004).

Vilá(1999) define exótica o alóctona, a una especie que ha sido introducida de forma voluntaria o accidental fuera de su área de distribución normal, se le considera naturalizada si es capaz de reproducirse y mantener una población estable sin la intervención del hombre, y el término de especie invasora se utiliza para denominar aquella especie que está en clara expansión en un área donde no es nativa, y cuya presencia y distribución tiene un impacto negativo sobre la biocenosis.

Cuando una especie invade un ambiente nuevo, las características de este tienen una gran influencia en el éxito de dicha invasión. Los ambientes alterados por el hombre, como las zonas de cultivo, zonas de matorral o plantaciones forestales, son más propicios a sufrir una invasión biológica. Algunas especies invasoras, tienen ventaja sobre las especies autóctonas en zonas con elevado número de eventos catastróficos (incendios, sequías, actividades humanas... etc), donde son capaces de desarrollarse con mayor rapidez que las autóctonas. (Ríos y Vargas 2003). En ambientes como las zonas costeras y de marisma también existe una alta susceptibilidad de sufrir

una invasión, en este caso solo si nos referimos a especies vegetales. Según Carballeira (2015), el ambiente costero es especialmente hostil para la vida vegetal, al ser el aporte de nutrientes escaso, filtrarse los nutrientes y el agua con facilidad a través de la arena y estar sometidas las plantas al agua salada, que tiene efectos negativos sobre los tejidos. En un ambiente tan duro, donde a las plantas les cuesta crecer, la aparición de una especie exótica bien adaptada a esas condiciones puede llevar al desplazamiento de las especies autóctonas.

Según Ríos y Vargas (2003), para que una invasión sea exitosa, se deben de cubrir unos pasos importantes que van desde el establecimiento inicial de las plántulas hasta el definitivo, y la persistencia de poblaciones viables y posterior dispersión. Estos pasos se pueden resumir en los cuatro pasos: arribo, establecimiento, colonización y invasión

El arribo Consiste en la llegada de propágulos de una especie, que puede ser natural (limitada en este caso a las sucesiones biológicas) o promovida por el hombre. En este caso puede ser accidental o intencionada, en respuesta a intereses económicos o gusto personal.

El establecimiento en comunidades naturales requiere fundamentalmente la producción de una gran cantidad de propágulos. La especie introducida puede mantenerse inicialmente en poblaciones pequeñas, altamente vulnerable a efectos estocásticos, pero si sobrevive, entra en una fase de establecimiento en la que aumenta poco a poco la expansión de su rango. Una vez se establece definitivamente, los individuos pueden emigrar desde el parche inicial hasta formar una nueva población, continuando hasta colonizar completamente el hábitat disponible. Shigesada y Kawasaki(1997) reconocieron tres tipos hipotéticos de expansión de rango (Fig1)

La colonización inicia con el establecimiento y se extiende cuando hay poblaciones capaces de llegar a nuevas áreas.

New (2000) propone dos patrones de colonización que son independientes:

-Expansión gradual desde punto inicial hasta abarcar la totalidad de un rango, por crecimiento continuo a partir de los márgenes

-Muchas expansiones separadas implican colonizaciones nucleares progresivas, las cuales se convierten en centros de expansión que pueden llegar a unirse.

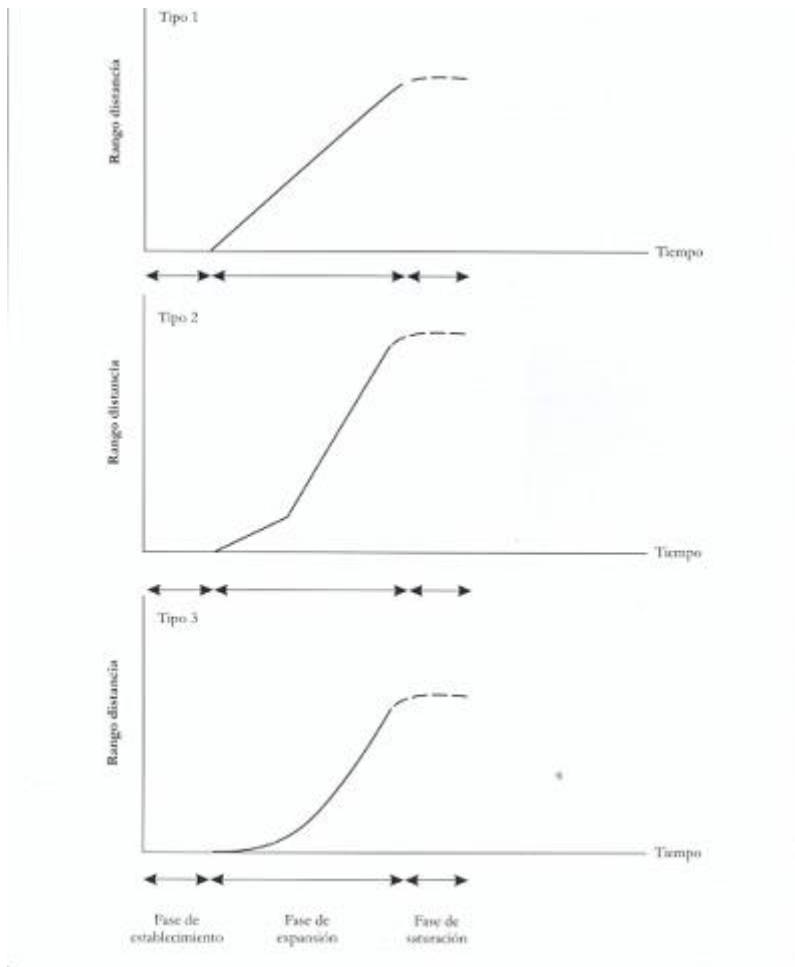


Figura 1: Tres patrones de expansión de rango. Cada uno tiene una fase de establecimiento y una de saturación (líneas punteadas), pero ellas difieren en su patrón de expansión. El tipo 1 muestra una expansión lineal; el tipo 2 es bifásico con un cambio de una tasa de cambio más baja a una más alta de expansión; el tipo 3 muestra una tasa continuamente elevada de expansión. Shigesada y kawasaki(1997) (Tomada de Ríos y Vargas, 2003).

Las diferencias en los patrones de la figura 1, radican en las características individuales de las especies. La expansión lineal se origina como resultado de especies que colonizan cerca de su núcleo inicial, expandiendo gradualmente sus fronteras (fig 2a). La expansión en dos fases obedece al mismo fenómeno, pero con algunos individuos que tienen un amplio rango de dispersión hasta formar colonias separadas, que pueden llegar a unirse con la población inicial (fig 2b). En el caso de especies en las que los individuos tiene amplios rangos de expansión y capacidad de formar nuevas colonias, con independencia de la población inicial, cada nueva colonia será un nuevo foco de expansión(fig 2c) (Ríos y Vargas, 2003)

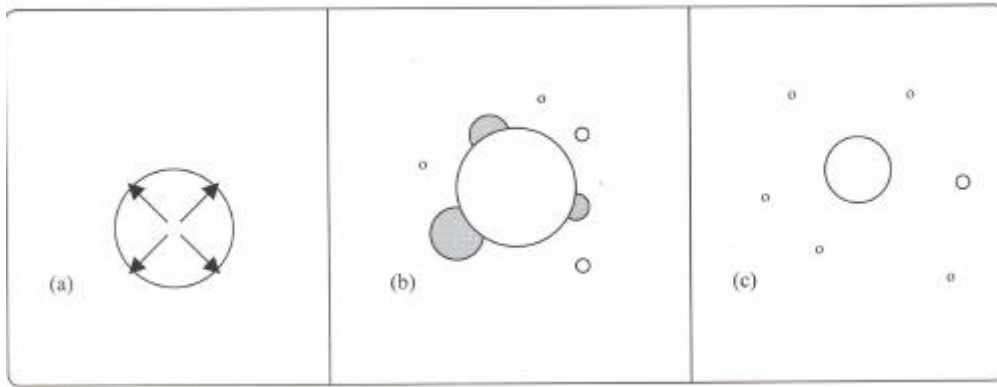


Figura 2: Tres posibles patrones de expansión de rango: a) expansión continua hacia los márgenes de la población original; b) expansión de la población inicial con poblaciones satélite colonizadoras que se unen a la inicial; c) expansión de la población original con dispersión de amplio rango, y expansión independiente de las poblaciones colonizadoras iniciales. Shigesada y kawasaki(1997). (Tomada de Ríos y Vargas, 2003)

La invasión ocurre cuando las especies colonizadoras superan todas las barreras impuestas por el ambiente gracias a su flexibilidad ecológica y capacidad competitiva, y se propagan hasta alcanzar la saturación (Ríos y Vargas, 2003)

Cuando hablamos de especies vegetales, su capacidad invasora, dependerá fundamentalmente de su capacidad para adaptarse, propagarse y competir con las demás especies del entorno (Moravková et al.2015). En este sentido podemos establecer diferentes denominaciones: alóctonas o exóticas y adventicias, si nos referimos solamente a su origen foráneo e interacción con el entorno en el que aparecen, mientras que atendiendo a criterios ecológicos y de comportamiento , podemos hablar de especies naturalizadas, invasoras y nocivas(Del Monte J.P 2002).La última, de estas denominaciones, también se refiere a criterios fundamentalmente antrópicos y medio ambientales, según la Ley de Protección Vegetal (Plant Protection Act) aprobada por el Congreso de EE.UU. en 2000 se define como mala hierba nociva (noxious weed): "Cualquier planta o producto vegetal que pueda directa o indirectamente perjudicar o dañar a los cultivos , ganado, aves de corral u otros intereses de la agricultura, riego, navegación, recursos naturales del país, la salud pública o al medio ambiente".

Una vez naturalizada una especie, los factores que mayor influencia ejercen sobre su potencial de convertirse en una especie invasora o invasividad, serán su capacidad competitiva, y su capacidad para reproducirse y dispersarse y establecerse (Moravková et al 2015)

Según Moravková et al. 2015), la característica que mejor se relaciona con la capacidad competitiva de una planta es su altura. En referencia a la capacidad reproductiva, sobresale la producción de semillas, que se suele expresar en valores de fecundidad , mientras que para determinar la capacidad de dispersión es importante conocer distintas propiedades de los propágulos, como el tamaño, forma, peso y la capacidad para ser transportados por animales(epizoocoria) y viento(anemocoria). Por último , para conocer la capacidad de una planta para establecerse, se recurre a los análisis de germinación.



Figura 3: Aspecto de un espécimen de *Helichrysum petiolare* Hilliard & Burt, que habita zona de tojal.(tomada de Mouriño et al.,2012)

La especie de este estudio es la planta *Helichrysum petiolare* Hilliard & Burt, conocida comúnmente como siempreviva. Es un nanofanerofito perennifolio de la familia Asteraceae, de tallos leñosos de color grisáceo de hasta un metro de altura, las hojas son también de color grisáceo, simples, alternas, ovaladas y tomentosas. Las flores son de color blanco amarillento, y están dispuestas en corimbos terminales.

Esta especie es originaria de Sudáfrica y se ha venido usando desde hace mucho tiempo como especie ornamental, y se ha naturalizado en diversos países a lo largo del mundo (Thuiller et al. 2005).

Las zonas de Galicia donde esta especie se encuentra en mayor abundancia son el Golfo Ártabro, las Rías Baixas y la Ría del Eo (Mouriño et al, 2012) , siendo en la primera donde se centra este estudio.

En este estudio se evalúa el éxito reproductivo de diferentes ejemplares de *Helychrisum petiolare*, pertenecientes a las dos poblaciones más significativas de esta zona (Bailadora y Pieiro), y cuatro poblaciones pequeñas y aisladas (Bestaruza, Meirás Outeiro y Puerto Exterior), las cuales están localizadas a diferente distancia de las dos primeras, de manera que las poblaciones Bailadora y Pieiro serán las poblaciones fuente, y las otras cuatro las poblaciones sumidero.

2. Objetivos

El primer objetivo es determinar si existe en esta especie reproducción sexual efectiva en el área de estudio

El segundo objetivo es conocer el patrón de expansión de rango que sigue esta especie, según la clasificación de Shigesada y Kawasaki (1997), y por lo tanto resolver si las poblaciones aisladas, tienen el potencial de formar nuevos núcleos de población, o si por el contrario existe depresión por distancia con respecto a las poblaciones fuente, y su expansión sería más gradual.

Según los resultados habría que adoptar diferentes medidas de cara a una hipotética gestión de esta especie invasora.

3. Material y métodos

El territorio en el que se realizó este estudio comprende desde el extremo sur de la ría de Ferrol, donde se encuentra la población de Bailadora, hasta la localidad de Meirás, situada 17 kilómetros hacia el noroeste, en el ayuntamiento de Valdoviño, el resto de las poblaciones se encuentran al norte de la primera y al sudoeste de esta última como se puede ver en el siguiente mapa



Figura 4: Mapa en el que se sitúa geográficamente, en la zona de la ría de ferrol y alrededores, las poblaciones de estudio.

Esta region situada al norte de galicia, dentro del denominado golfo ártabro, que es la denominación común con la que se conocen las rías de La Coruña, Betanzos, Ares y Ferrol. La zona de trabajo, se caracteriza por contar

con un clima atlántico con un régimen de precipitaciones, con una media de unos 1100mm anuales, siendo noviembre el mes con más precipitaciones, y julio el mes más seco.

Las poblaciones de las cuales se recogieron muestras, no tenían unas condiciones ambientales idénticas pero sí similares, variando el tipo de sustrato, y las especies con las que comparte nicho. En la tabla 1 se detallan diferentes aspectos de los lugares donde se recogieron las muestras, como sustrato y tipo de hábitat, localización geográfica, aislamiento, y distancia a la población madre más cercana.

Localidad	Aislamiento	Coord_X	Coord_Y	Observaciones	UTM_X	UTM_Y	Distancia
Meirás	Si	43,614383	8,1865	Tojal costero con <i>Erica vagans</i> sobre arenas	565643	4829366	17198
Valón	Si	43,496316	8,2605	Talud sobre la carretera en eucaliptal	559788	4816197	2823
Pieiro1	No	43,4737	8,3258	Tojal costero	554529	4813641	0
Pieiro2	No	43,47435	8,325133	Tojal costero	554582	4813714	0
Pieiro3	No	43,473933	8,324866	Tojal costero	554561	4813667	0
Pieiro4	No	43,473866	8,3248	Tojal costero	554609	4813660	0
Pieiro5	No	43,474133	8,3254	Tojal costero	554560	4813689	0
AccPext	Si	43,5129	8,27045	Talud sobre la carretera en tojal	558967	4818032	4217
Outeiro	Si	43,50875	8,319266	Repoblación antigua de <i>Pinus pinaster</i> sobre arenas	555025	4817538	3797
Bestaruza	Si	43,46056	8,262816	Talud sobre la playa. Esquistos	559636	4812225	785
Bailadora1	No	43,4596333	8,27641666	Tojal y terrenos alterados de las baterías	558537	4812113	0
Bailadora2	No	43,4553166	8,2804	Tojal y terrenos alterados de las baterías	558218	4811630	0
Bailadora3	No	43,454133	8,2802	Tojal y terrenos alterados de las baterías	558235	4811499	0
Bailadora4	No	43,456566	8,2756	Tojal y terrenos alterados de las baterías	558605	4811772	0
Bailadora5	No	43,45935	8,2742	Tojal y terrenos alterados de las baterías	558716	4812082	0

Tabla 1: resumen de los aspectos relevantes de las poblaciones evaluadas.



Figura 5: Aspecto de la invasión de *Helychrisum petiolare* en la ladera sur de la ría de ferrol. (tomada de Mouriño et al 2012)

El experimento principal consiste en un análisis de germinación, realizado con semillas viables de las dos poblaciones madre y de las cuatro poblaciones aisladas.

Inicialmente, se seleccionaron las semillas en base a un criterio visual de turgencia. Debido a que parte de las semillas aun no estaban maduras no se pudo determinar la producción media de semillas por capítulo, necesario para hallar su fecundidad.

Una vez seleccionadas las semillas, se dispusieron en placas de petri en las que se colocó papel de filtro en su interior, que se empapaba con agua de forma regular. Se realizaron 3 réplicas con 25 semillas de cada una de las plantas en cada placa, excepto de la planta perteneciente a la población del pueblo exterior, de la que se disponían de suficientes semillas viables para realizar 6 replicas.

Este ensayo se prolongó durante 1669 horas, regando las placas con agua cada 3 días y realizando un control diario (exceptuando fines de semana por la imposibilidad de acudir al laboratorio) hasta x día, de forma que se retiraban las semillas que habían germinado cada día, posteriormente se fue reduciendo paulatinamente la frecuencia de los controles a medida que iban germinando una mayor cantidad de semillas con respecto al total.

		21	22	25	26	27
		79	103	175	199	224
Población	Placa					
Bailadora1	1	0	0	0	14	14
	2	0	0	0	1	1
	3	0	0	2	16	16
Bailadora2	1	0	0	0	2	2
	2	0	0	0	0	2
	3	0	0	2	5	9
Bailadora3	1	0	0	6	8	12
	2	0	0	10	12	13
	3	0	0	0	8	12
Bailadora4	1	0	0	1	1	1
	2	0	0	0	2	4
	3	0	0	0	1	1
Bailadora5	1	0	0	2	13	16
	2	0	0	4	5	12
	3	0	0	0	1	1
Pieiro1	1	0	0	7	13	13
	2	0	0	7	16	20
	3	0	0	0	4	6
Pieiro2	1	0	0	2	4	8
	2	0	0	0	7	4
	3	0	0	2	3	7

Tabla 2: Muestra de los estadillos de laboratorio donde se recogían los datos de germinación; la primera fila indica la fecha del conteo diario (mayo de 2015), y la segunda, el número de horas que transcurrieron desde el inicio del experimento.

Paralelamente, las 3 primeras semillas de cada placa se pusieron a germinar con tierra de jardín, en una nevera de incubación en el laboratorio, posteriormente fueron trasladadas al jardín, permaneciendo allí hasta que se cumplió un año tras su germinación. El objetivo de este segundo experimento es proporcionar una medida de la capacidad competitiva de esas plantas, para determinar las diferencias, si es que existen entre las poblaciones aisladas y las poblaciones madre.

Debido a que no se disponía de tiempo suficiente y las diferencias entre el ambiente costero, donde fueron recogidas las muestras, y el jardín donde se cultivaron, se eligió el porcentaje de supervivencia en detrimento de la altura de la planta como medida de la capacidad competitiva.

En cuanto al análisis estadístico, una vez recopilados los datos de germinación, se calcularon las siguientes variables: porcentaje de germinación total final, T50 (tiempo al que habían germinado al menos el 50% de las semillas, y el tiempo transcurrido hasta la primera germinación).

Los datos del porcentaje de germinación final total, se transformaron mediante la transformación arcoseno.

El programa estadístico utilizado fue R, siendo necesarios los paquetes Rcmdr, RcmdrPlugin.DoE, RcmdrPlugin.doex, y RcmdrPlugin.ezpack

Una vez realizadas las hipótesis previas y determinado que los datos cumplen con las asunciones del modelo ANOVA, se realizaron tres test independientes para las variables relacionadas con la germinación.

Para evaluar la supervivencia de las plantas después de un año se utilizó un test chi cuadrado.

4. Resultados

En primer lugar nos encontramos con un alto porcentaje medio de germinación, que asciende a un 73% del total, siendo la muestra de bailadora 1 la que mayor porcentaje de germinación tuvo, mientras que la que menor

porcentaje tuvo fue bailadora 4. Si nos fijamos en cada réplica individualmente, en la segunda réplica de la muestra de Bestaruz germinaron el 100% del las semillas, mientras que en la segunda réplica de la muestra de bailadora 4 el porcentaje de germinación es del 24 %.

En cuanto al tiempo al que transcurrió para la primera germinación, no existe demasiada variedad, encontrándonos con que en el 60% de las réplicas la primera germinación ocurrió a las 175 horas, mientras que el 31% de las réplicas germino por primera vez a las 199 horas. La réplica nº 1 de la muestra de Meirás tiene un tiempo de primera germinación de 297 horas, mientras que ninguna población muestra cifras inferiores a 175.

La última variable que sometimos a análisis, el T50, es la que presenta unos datos más variados entre las diferentes réplicas, siendo los que tienen un T50 más elevado las tres réplicas de bailadora 4 y la segunda réplica de Pieiro 4 , además según parece poder predecirse según estos datos, un alto T50 se corresponde con un bajo porcentaje de germinación total.

		%germ final	1º germ	T50
Bailadora1	1	0,92	199	199
	2	0,92	199	297
	3	0,96	175	199
Bailadora2	1	0,72	199	1381
	2	0,44	224	1663
	3	0,6	175	1221
Bailadora3	1	0,64	175	224
	2	0,64	175	199
	3	0,68	0,28	224
Bailadora4	1	0,28	175	1669
	2	0,24	199	1669
	3	0,36	175	1669

Tabla3: Fragmento de la tabla donde se reflejan los resultados para cada una de las 3 variables que se emplearon en el test ANOVA.

En cuanto a los resultados obtenidos en el test de análisis de la varianza para las distintas variables(figura 6,7y8) nos encontramos que en ninguno de los casos existen diferencias significativas respecto a las poblaciones madre y las poblaciones aisladas.

El porcentaje de germinación final, además de proporcionar una medida del éxito reproductivo, es la variable que más importancia tiene a la hora de evaluar el éxito a la hora de establecerse, además es la que posee una evidencia estadística más fuerte en favor de que no existen diferencias entre poblaciones.

En el caso del tiempo transcurrido hasta la primera germinación, el test estadístico se inclina a favor de la no existencia de diferencias, aunque el p valor está muy próximo al nivel de significancia, por lo que podría tomarse esta prueba como no concluyente, si bien esta variable no tiene la misma relevancia que la variable mencionada anteriormente.

```
> summary(AnovaModel.1)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
población  5  0.346  0.06920    0.83  0.536
Residuals 39  3.252  0.08339

> numSummary(porcentaje$porcentaje , groups=porcentaje$población)
      mean      sd data:n
Bailadora 0.8055221 0.3290702    15
Bestaruza 0.5279271 0.4649246     3
Meiras    0.6751503 0.1664223     3
Outeiro   0.6455680 0.2103161     3
PEXT      0.6902707 0.2299718     6
Pieiro    0.6263596 0.2529325    15
```

Figura 6: resultado del ANOVA realizado sobre el porcentaje de germinación final.

```
> summary(AnovaModel.3)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
población  5 1451666 290333    1.307  0.281
Residuals 39 8665995 222205

> numSummary(tiempo50$t50 , groups=tiempo50$población,
      mean      sd data:n
Bailadora 752.1333 680.95792    15
Bestaruza 340.3333 140.65679     3
Meiras    621.0000 237.59419     3
Outeiro   281.0000  13.85641     3
PEXT      472.8333 173.64610     6
Pieiro    371.4000 365.52541    15
```

Figura 7: resultados del análisis de la varianza realizado sobre el T50


```

> summary(AnovaModel.2)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
población      5   8753  1750.5    3.942 0.00547 **
Residuals     39  17318   444.1
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> numSummary(primera.ger$primera.ger , groups=primera.ger$población
              mean      sd data:n
Bailadora 186.2667 15.53092    15
Bestaruza 191.0000 13.85641     3
Meiras    239.3333 61.27261     3
Outeiro   198.6667 40.99187     3
PEXT      183.0000 12.39355     6
Pieiro    183.0000 11.71080    15

```

Figura 8: resultados del análisis de la varianza realizado sobre la fecha de la primera germinación.

Una vez transcurrido un año desde su puesta a germinar se obtuvieron los datos necesarios para determinar la existencia de diferencias entre poblaciones madre y asiladas en cuanto a capacidad competitiva, los cuales se reflejan en la siguiente tabla. Nos encontramos con altos porcentajes de supervivencia tanto al trasplante, con una media del 83%, como de supervivencia de esas mismas plantas tras el transcurso de un año, cuya media asciende al 85%. El valor de vigor, también es similar en todas las poblaciones.

Poblacion	Sembradas	Plantadas	Sobreviven al cabo de un año	Supervivencia plantadas	Supervivencia año
Bailadora	23	22	16	0,96	0,73
Pieiro	12	10	5	0,83	0,50
Bestaruza	8	7	6	0,88	0,86
Meirás	7	5	5	0,71	1,00
Pexterior	10	9	7	0,90	0,78
Outeiro	8	6	6	0,75	1,00

Tabla 4 : Resumen de los datos obtenidos tras el trasplante de las semillas y el transcurso de un año en el jardín, donde se recogen los datos de vigor y supervivencia al trasplante y al año de ser plantadas.

Con estos datos se pudo realizar una prueba chi cuadrado(fig4) para comparar los valores de supervivencia, cuyo resultado nos indica, con una fuerte evidencia estadística, que no existe diferencias entre las poblaciones aisladas y las poblaciones madre en su capacidad competitiva

```

> .Table # Counts
      s.plan s.año
bailadora  0.96  0.73
pieiro      0.83  0.50
bestaruza  0.88  0.86
meiras      0.71  1.00
pexterior  0.90  0.78
outeiro     0.75  1.00

> .Test <- chisq.test(.Table, correct=FALSE)

> .Test

      Pearson's Chi-squared test

data:  .Table
X-squared = 0.2043, df = 5, p-value = 0.9991

```

Figura 9: prueba chi cuadrado realizada con los datos de supervivencia de las poblaciones.

5. Discusión

Los resultados obtenidos, evidencian que *Helychrisum petiolare* se reproduce sexualmente de forma efectiva. Los altos porcentajes de germinación total final, junto con los obtenidos en las otras dos variables asociadas a la germinación, además de aportar una medida que ayuda a cuantificar cuan exitosa es esta reproducción sexual, nos permite concluir que, según las aseveraciones de Moravková et al.(2015), esta especie posee una alta capacidad de establecimiento, y también una alta capacidad competitiva teniendo en cuenta los resultados de supervivencia transcurrido un año tras el trasplante. Estos atributos, le confieren una importante ventaja con respecto a las demás especies en el área de estudio.

Una vez determinado que no existen diferencias entre las poblaciones aisladas y las poblaciones madre, y por lo tanto no existe depresión por distancia, se puede descartar, según la clasificación de Shigeshada y Kawasaki (1997), un patrón de expansión de rango gradual, por lo que seguiría un patrón de alta expansión, o un modelo mixto, en el que las poblaciones satélite terminan por unirse a la inicial. Este último parece ser el más probable atendiendo a los tamaños poblacionales de las poblaciones madre y poblaciones aisladas, y a la distancia entre distintas poblaciones, que no es demasiado elevada. también

hay que tener en cuenta las limitaciones en ese sentido que presenta la dispersión anemócora. Teniendo esto en cuenta, es posible que en pocos años las poblaciones aisladas y las poblaciones madre terminen por unirse.

6.a. Conclusiones

En el estudio y experimentos realizados durante este trabajo, se han obtenido altos valores de germinación total final, y altos valores de supervivencia de las plántulas tras un año, además se ha comprobado que no existen diferencias entre poblaciones aisladas y poblaciones madre ni en lo que respecta a las variables relacionadas con la germinación, ni en el porcentaje de supervivencia de las plántulas.

El alto porcentaje de germinación final nos da una medida que nos permite concluir que *Helychrisum petiolare* presenta un alto éxito reproductivo y una reproducción sexual efectiva, ayudándonos a cuantificarla, pero no proporcionando una medida absoluta, debido a las diferencias existentes entre el laboratorio (donde se proporcionaron unas condiciones muy estables) y el medio natural. Estudios posteriores que aporten datos de fecundidad servirían para apoyar los resultados obtenidos.

A pesar de haber sido catalogada ya como especie invasora (Fagundez y Barrada, 2007), mediante este trabajo se corrobora que *Helychrisum petiolare* tiene un alto potencial invasor, con un elevado éxito reproductivo y que es un gran competidor, al menos en la zona de litoral, si bien es cierto que posteriores investigaciones son necesarias para determinar cuán alto es su potencial invasor, siendo necesarios estudios de capacidad reproductiva y dispersión.

En vista a los resultados de este trabajo, y de otros anteriores (Fagundez y Barrada 2007), (Mouriño et. al 2012), se hace necesario un plan de regulación eficiente para esta especie, con el fin de evitar que se convierta en un grave problema como pueden ser otras especies invasoras en Galicia, como pueden ser *Cortaderia selloana* o *Carpobrotus edulis*.

6.b. Conclusions

In the study and experiments conducted during this work, we have obtained high values of total final germination, and high values of seedling survival after a year, and we have found that there are no differences between isolated populations and mother populations regarding the variables related to germination, or the percentage of seedling survival

The high percentage of final germination gives us a measure that allows us to conclude that *Helychrisum petiolare* has a high reproductive success and effective sexual reproduction, helping us to quantify it, but not providing an absolute measure, due to differences between the laboratory (where they were provided very stable conditions) and the natural environment. Further studies providing fecundity data would be needed in order to support our results.

Despite being cataloged before as an invasive species (Fagundez and Barrada, 2007), through this work it is confirmed that *Helychrisum petiolare* has a high invasive potential with high reproductive success, and that is a great competitor, at least in the coastal area, while it is true that further research is needed to determine how high is its invasive potential, being needed further studies of fecundity and dispersion ability.

Regarding the results of this work, and earlier works (Fagundez and Barrada 2007), (Mouriño et. At 2012), a plan for efficient regulation for this species is needed, in order to avoid *Helychrisum petiolare* to become a serious problem such as other invasive species in Galicia, such as *Cortaderia selloana* or *Carpobrotus edulis*.

7. Bibliografía

Carballeira, R. 2015. Importancia de la integración clonal en los procesos de invasiones biológicas: Un trabajo experimental con *Capobrotus* sp. Trabajo de fin de máster UDC(no publicado)

Everett, R.A. 2000. Patterns and Pathways of Biological Invasions. Trends in ecology & Evolution. 15: 177-178

Fagúndez, J., Barrada M (2007). Plantas invasoras de Galicia: Biología, distribución e métodos de control. Xunta de Galicia, Dirección Xeral de Conservación.

Moravková , L. Pysek , P.Vojtech J. Pergl, J. 2015. Getting the Right Traits: Reproductive and Dispersal Characteristics Predict the Invasiveness of Herbaceous Plant Species. Plos One. Documento electrónico :
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0123634>

Mouriño, J. Fagúndez, J. Bernardez, G. 2012. Distribution and invasiveness of the alien plant *Helychrisum petiolare* Hilliard & B.L. Burt (Asteraceae) in Northwest Iberian Peninsula. EMBO Conference 19-23 2012. Documento electrónico :
http://www.academia.edu/22130392/Distribution_and_invasiveness_of_the_alien_plant_Helichrysum_petiolare_Hilliard_and_BL_Burt_Asteraceae_in_Northwest_Iberian_Peninsula

New, T.R. Conservation Biology. AN introduction for southern Australia. Oxford University Press. Vistoria. Australia

Pimentel, D. Lach, L. Zuniga, R. Morrison D. (2000). Environmental and economic costs of non indigenous species in the United States. BioScience 50 (1): 53-64.

Ríos, F. Vargas, O. 2003. Ecología de las especies invasoras. Perez Arbelaezia nº14 ISSN .0120-7717 Documento electrónico:

<https://www.researchgate.net/publication/260437576> Ecología de las especies invasoras

Sanz-Elorza, M. Dana, ED. Sobrino, E. (2004). Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid 1-378.

Shigesada, N. Kawasaki, K. 1997. Biological invasions: Theory and Practica. Oxford. Oxford University Press.

Thuiller, W. Richardson, DM. Pysek, P. Midgley, GF. Hughes GO & Rouget M. (2005) Niche-based modelling as a tool for predicting the risk of alien plant invasions at a global scale. *Global Change Biology* 11: 2234-225

Unión Europea (2014). Especies exóticas invasoras. La respuesta de la Unión Europea. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2014. ISBN: 978-92-79-40773-4.

Vila, M. 1999. Efectos de la Introducción de Especies Vegetales en el Funcionamiento de ecosistemas terrestres. *Montes* No.55:26-30

Williamson, M. 2000. The Ecology of Invasions. Workshop on Best Management Practices for Preventing and Controlling Invasive Alien Species. 22-24 -february 2000. South Africa-United States of America Bi-National Comision. Documento electrónico
[:www.york.ac.uk/depts/eeem/gisp/williamson_capetown.html](http://www.york.ac.uk/depts/eeem/gisp/williamson_capetown.html)

Williamson, W.H. Fitter A (1996). The characters of successful invaders. *Biological Conservation* 78: 163-170.