

ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA IMPORTACIÓN DE ESPECIES ALÓCTONAS



Axonopus fissifolius

ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA IMPORTACIÓN DE ESPECIES ALÓCTONAS

Axonopus fissifolius

Fecha
SEPTIEMBRE DE 2024

Autor:

DIEGO MARTÍNEZ MARTÍNEZ¹

1.Iberá. Consultoría Medioambiental.

Partida de la Carratillana.Par.47.Pog.56. CP.43860.L'Ametlla de Mar. Tarragona

iberaconsultoriamedioambiental@gmail.com

Este informe se ha realizado bajo el encargo de la empresa **Semillas Fitó**,
C/ Selva de Mar 111, C.P: 08019. Barcelona. España.
Tel.: 93 303 63 60.
info@semillasfito.com

ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA IMPORTACIÓN DE ESPECIES ALÓCTONAS

AXONOPUS FISSIFOLIUS

El informe se ha realizado tal y como indica la normativa actual Real Decreto 570/2020, de 16 de junio, por el que se regula el procedimiento administrativo para la autorización previa de importación en el territorio nacional de especies alóctonas con el fin de preservar la biodiversidad autóctona española.

Signat:

Diego Martínez-Martínez
Gestor Ambiental

Fecha:

SEPTIEMBRE 2024

Índice

<u>1</u>	<u>DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE Y SUS REQUERIMIENTOS.....</u>	<u>5</u>
1.1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.2	IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE.....	6
1.2.1	TAXONOMÍA.....	6
1.2.2	DESCRIPCIÓN.....	7
1.2.3	ENEMIGOS NATURALES.....	7
1.2.4	DISTRIBUCIÓN NATURAL E INTRODUCCIONES.....	8
1.2.5	TIPOS DE INTRODUCCIÓN.....	11
1.2.6	ECOETOLOGÍA.....	11
1.3	MARCO LEGAL.....	13
<u>2</u>	<u>PROBABILIDAD DE ENTRADA, ESTABLECIMIENTO Y DIFUSIÓN.</u>	<u>14</u>
2.1	HISTORIAL DE COMPORTAMIENTO INVASOR.....	14
2.2	SIMILITUD CLIMÁTICA ENTRE LAS ÁREAS NATIVAS (ORIGEN) Y ESPAÑA.....	14
2.3	VÍAS DE ENTRADA Y PROPAGACIÓN.....	17
<u>3</u>	<u>DISTRIBUCIÓN POTENCIAL, DISPERSIÓN E IMPACTOS.....</u>	<u>18</u>
3.1	DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN ESPAÑA EN CASO DE ESCAPE O LIBERACIÓN.....	18
3.2	CAUSAS DE DISPERSIÓN.....	19
3.3	POSIBLES IMPACTOS ECOLÓGICOS.....	19
3.3.1	IMPACTO EN LA BIODIVERSIDAD.....	19
3.4	POSIBLES IMPACTOS ECONÓMICOS.....	19
3.4.1	IMPACTO EN ECONOMÍA AGROALIMENTARIA.....	19
3.5	POSIBLES IMPACTOS SOBRE LA SALUD Y SANITARIOS.....	19
<u>4</u>	<u>MEDIDAS DE MANEJO DE LA ESPECIE.....</u>	<u>20</u>
4.1	MEDIDAS DE CONTROL. EFECTIVIDAD Y VIABILIDAD DE LAS MEDIDAS.....	20
4.1.1	MEDIDAS DE CONTROL.....	20
4.1.2	EFECTIVIDAD Y VIABILIDAD DE LAS MEDIDAS.....	21
4.1.3	VENTAJAS Y CONTRAS DE LOS MÉTODOS DE CONTROL.....	21
<u>5</u>	<u>CONCLUSIÓN.....</u>	<u>22</u>
<u>6</u>	<u>BIBLIOGRAFIA.....</u>	<u>23</u>

1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE Y SUS REQUERIMIENTOS

1.1 INTRODUCCIÓN

Las Gramíneas (*Poaceae*) comprenden unos 700 géneros y más de 10.000 especies, y constituyen la vegetación dominante en sabanas y estepas, ecosistemas que ocupan la tercera parte de la superficie terrestre (Clayton & Renvoize 1986). Muchas Gramíneas se destacan por su gran importancia económica debido a su utilización en la alimentación humana, como el trigo, el maíz, el arroz, que han acompañado desde épocas remotas el desarrollo de la humanidad. Además de los cereales, numerosas especies son utilizadas como plantas forrajeras y otras tienen valor industrial, medicinal, etc., mientras que otras son malezas de cultivos y pasturas. Los pastos son plantas de gran interés, ya sea desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad como del productivo. Constituyen un componente muy importante del nivel inicial de la cadena trófica en los ecosistemas naturales de las praderas y sabanas, aportando la energía almacenada en sus tejidos para constituir el tejido animal de los herbívoros (Smith y Smith 2001).

Pero también, cumplen un rol preponderante al contribuir con la estética y funcionalidad del terreno, cuando constituyen el componente principal de aquellos ambientes creados por el hombre como son los parques, los jardines y las canchas deportivas. En este sentido, su importancia radica en que controlan la erosión del agua, del viento, reducen el ruido, el reflejo del brillo solar, la polución del aire y el calentamiento del suelo. También aportan belleza, creando ambientes confortables en el ámbito laboral y recreativo, e inciden indirectamente en la salud del hombre moderno, cuya vida transcurre principalmente en ciudades de urbanización creciente (Beard 1973).

En los alrededores de las grandes ciudades, es notable el diseño de nuevos complejos de viviendas que incluyen amplios espacios verdes para la recreación y la práctica de deportes, entre ellos el golf. Los campos de golf cumplen un rol importante en relación al medio ambiente, ya que brindan un significativo espacio abierto y el hábitat necesario para la vida silvestre.

El crecimiento sostenido de estos espacios ha generado una industria propia que involucra a profesionales de distintas especialidades vinculados con el cultivo, producción, mejoramiento y mantenimiento del césped de acuerdo a su funcionalidad (Beard 1973).

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE

1.2.1 Taxonomía

La taxonomía de *Axonopus* es complicada y, de hecho, resulta difícil determinar claramente algunos ejemplares, muchos botánicos (inclusive agrostólogos) confunden no sólo especies de *Axonopus* entre sí, sino que muchas de éstas las ubican en otros géneros (obs. pers.), tales como *Digitaria* Haller y *Paspalum* L. (Giraldo-Cañas, 2012), a ello contribuye la gran uniformidad del género *Axonopus* en sus caracteres morfológicos, ya que apenas existen diferencias interespecíficas, tanto en los órganos vegetativos como en las espiguillas (Giraldo-Cañas, 2000a, 2007).

Esta especie era ampliamente conocida hasta hace poco como *Axonopus affinis*, Hitchcock (1950) pero ahora el nombre preferido es *Axonopus fissifolius* (tabla.1), Chase, J. Wash. (1923) lo que refleja su denominación original como *Paspalum fissifolium*, Raddi (1823).

Pier 2012 hace referencia a la posibilidad de hibridación con *A. compressus* y en algunas zonas se observan plantas con caracteres intermedios, como en Sudáfrica (Chippindall, 1955). Sin embargo, no se ha visto confirmación de dicha hibridación.

Tabla1. Clasificación taxonómica de *Stenotaphrum secundatum*

Clasificación Taxonómica	
Clase:	Liliopsia
Orden:	Poales.
Familia:	Gramineas-Poáceas
Género:	<i>Axonopus</i> P.Beauv 1812
Especie:	<i>Axonopus fissifolius</i> . (Raddi) Kuhlms, 1922.

Nombre vulgares:

España: gramalote; **Inglés:** pasto alfombra común, **Australia:** Hierba de Durrington, hierba estera, hierba alfombra de hojas estrechas, hierba de alfombra de hojas estrechas; **Brasil:** hierba caratao, grama San carlos, grama misionera, pancuá; **Alemania:** Hierba de rasengras; **México:** Zacate amargo; **EE.UU:** Hierba de Luisiana.

1.2.2 Descripción

A. fissifolius es una hierba perenne, inicialmente en penacho, con rizomas cortos, pero una vez establecida, se propaga por estolones sobre el suelo, enraizando en los nudos. Entrenudos aplanados en sección, glabros. Nudos glabros o ligeramente barbados. Vaina de la hoja comprimida, generalmente glabra; lígula una membrana truncada con flecos de 0,5 mm de largo. Hojas de 5-20 cm de largo, 3-6 (-8) mm de ancho, plegadas en la yema, luego planas, obtusas o romamente agudas en la punta, con algunos pelos marginales en las hojas jóvenes, por lo demás glabras. Inflorescencia que nace apicalmente en un culmo aplanado de hasta 10-50 cm de alto, con 2-4 hojas. Nudos en el culmo glabros. La inflorescencia comprende 2-4 (-5) racimos ligeramente divergentes, cada uno de 4-5 (-11) cm de largo, en un eje común corto. Espiguillas de 1-5-2 mm de largo, 1 mm de ancho, que nacen alternadas sobre un raquis aplanado sobre pedicelos de <0,2 mm de largo. Glumas y lema estéril escasamente pubescentes en los márgenes. Segunda gluma y primera lema (estéril) iguales, de 2 a 4 nervaduras. Ápice subagudo. Lema fértil de color marrón amarillento. Cariopsis de color marrón pálido, algo aplanado de 1,4-1,8 mm de largo.



Figura 1. Detalles de *A. fissifolius*. Hábito y Floración y cabeza de la semilla. Foto de: Forest & Kim Star

1.2.3 Enemigos Naturales

Aunque se ha encontrado una variedad de hongos y nematodos en *A. fissifolius* las restricciones bióticas no se consideran un factor limitante de la producción.

Se han informado los siguientes hongos en *A. fissifolius*: *Cerebella andropogonis*, *Balansis strangulans*, *Curvaria lunata* (*Cochliobolus lunatus*), *Dinemasporium graminum* var. *Strigosulum* (*Phomatospora dinemesporium*), *Fusarium graminearum* (*Gibberella zea*), *Helminthosporium ravenellii* (*Cochliobolus ravenellii*), *Nigrosporasphaerica* (*Khuskiaoryzae*), *Tetraplo aaristata* (*Tetraplosphaeria tetraploa*), *Thanatephorus cucumeris*.

También está parasitada por *Striga asiática* (*lutea*).

Los nematodos aislados de la alfombra incluyen: *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus pratensis* y *Radopholus similis*. (Purdue University, 2012). También se han registrado casos de *Colletotrichum axonopodi* y *Xanthomonas axonopodis*. Se observaron colonias

de *Tetraneura nigriabdominalis* que infestaban las raíces de *A. fissifolius* cuando el huésped creció en suelo húmedo, aireado y suelto en Sri Lanka (Wijerathna & Wederisingne, 1995).

También puede verse afectado por el lepidóptero *Herpetogramma licarsialis* y por el virus de la raya clorótica de *Axonopus* en Papua Nueva Guinea (CSIRO, 2012). Sin embargo, no hay registros de daños graves causados por enemigos naturales.



Figura 2. Larva de *Herpetogramma licarsialis* . Césped afectado por *Fusarium graminearum* . fot 1. Roland Breithaupt. Fot 2. Billy Goat.

1.2.4 Distribución natural e introducciones

A. fissifolius es una especie nativa de América del Sur y Central, desde Argentina hasta el norte de México y el Caribe (fig.3). A menudo se supone que también es nativa del sur de los Estados Unidos, pero Watson y Burson (1985) afirman que se introdujo en los Estados Unidos durante el período colonial temprano. Además, se ha introducido de manera muy amplia en Asia y el Pacífico y, en menor medida, en Europa y África (fig.4)

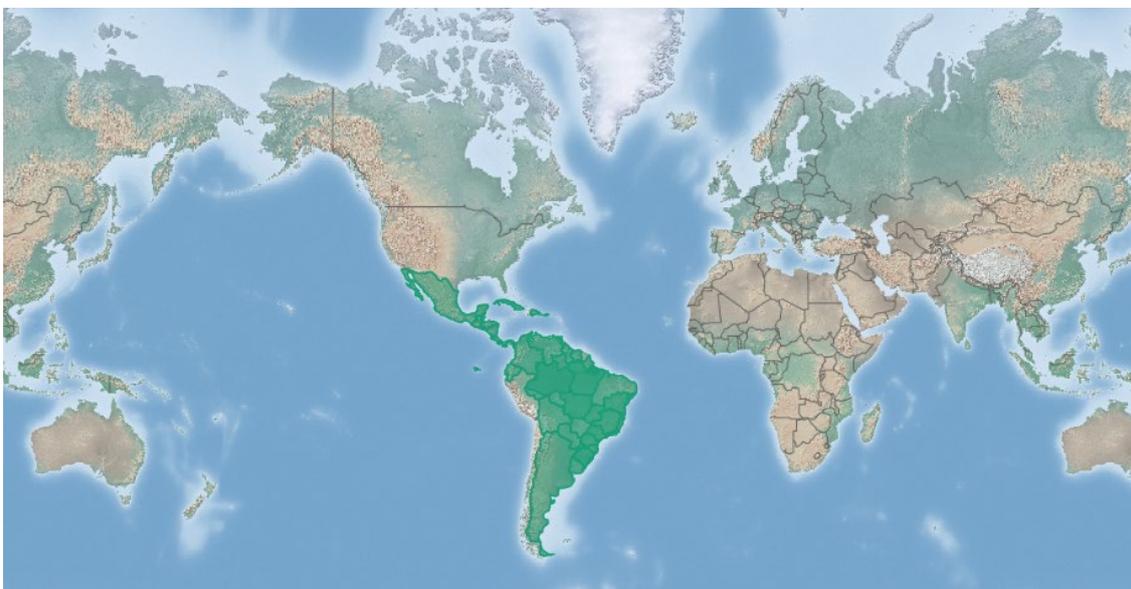


Figura 3: Mapa de distribución Natural de *A. fissifolius*. Fuente: CABI. Digital Library

En los EE. UU., se registró por primera vez en Luisiana y en 1985 se había extendido a Texas en el oeste y Virginia en el norte. La propagación a California, como indica USD-NRCS (2012), presumiblemente se produjo desde 1985 Watson y Burson (1985). No hay datos disponibles sobre exactamente cuándo o cómo se ha introducido esta especie en otras

regiones, pero hay primeros registros para Australia en 1905, Bután en 1987, las Azores en 1972, Portugal en 2007 y España en 1985 (Romero Buján, M. I. 2008) (fig.5).

Aunque se presume que la mayoría de las introducciones fueron deliberadas, no se ha documentado bien si se hicieron con fines de pasto o césped. Sin duda, también hay casos de introducción accidental como resultado de la contaminación de lotes de semillas, heno u otro material vegetal, pero tampoco están documentados.

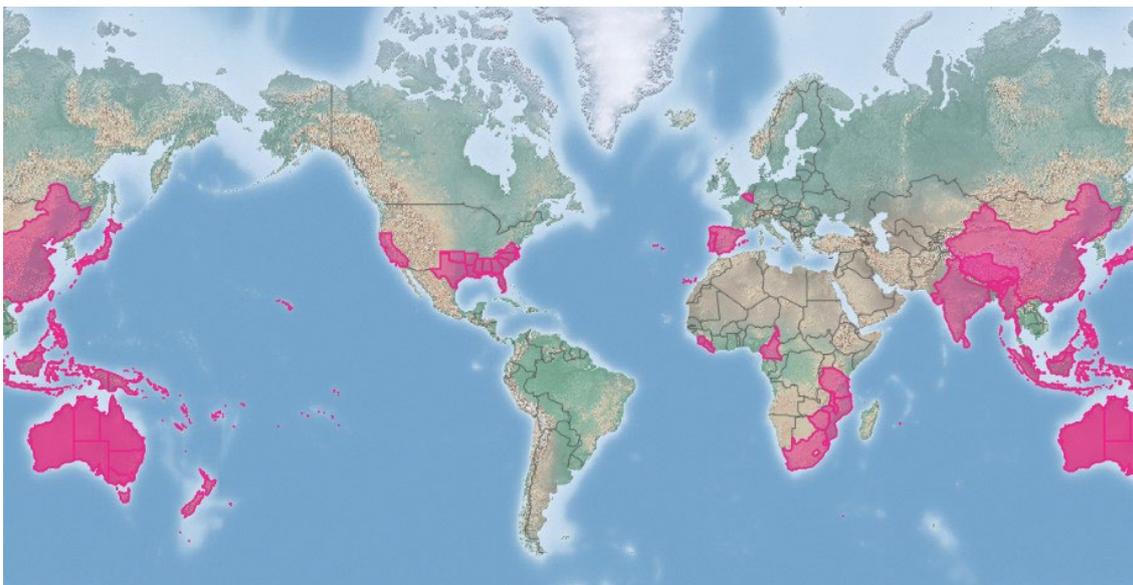


Figura 4: Mapa de distribución No-nativa de *A. fissifolius*. Fuente: CABI. Digital Library

En España está citada en 2 cuadrículas 10x10 (fig.5), lo que supone un 0,03% del total para España. Se ha citado en Galicia entre las poblaciones de Arén y Raxó en la Provincia de Pontevedra (GMZ. VIGIDE 1985; GONZALEZ 1988) citado por (Romero Buján, M. I. 2008), de manera muy puntual; la otra localización y primera cita en Andalucía, es el La Provincia de Huelva, en el parador Nacional de Mazagón el 30 de Octubre de 2006 (Bartoli A. et al. 2007).



Figura 5. Mapa de distribución de *Axonopus fissifolius* en España. Cuadrículas 10x10.
Fuente: Iberá. Consultoría Medioambiental

Según la clasificación hecha por Oliva-Paterna FJ., et al. 2019, las categorías de rango de distribución (tabla 2) establecidas, en España es de **Extendida-Localizada**. Esto es debido a que las dos localizaciones se encuentran en los extremos opuestos del país, pero su distribución es inapreciable.

Tabla 2. Clasificación de los rangos de distribución. (Oliva-Paterna FJ., et al. 2019).

Clasificación	
Localizada	<i>Presencia en un único sector ecogeográfico o cuenca hidrográfica y en una única tipología de sistema acuático o localidad puntual.</i>
Moderada	<i>Presencia en un único sector ecogeográfico pero en varios tipos de sistemas acuáticos.</i>
Extendida-Localizada	<i>Presencia en varios sectores ecogeográficos o cuencas hidrográficas pero con presencias localizadas o puntuales.</i>
Extendida	<i>Presencia en varios sectores ecogeográficos o cuencas hidrográficas y varios tipos de sistemas acuáticos.</i>

1.2.5 Tipos de Introducción

1.2.5.1 Introducción accidental

La introducción accidental podría ocurrir como resultado de la contaminación de lotes de semillas de otras gramíneas, o en el heno, en los vehículos agrícolas, comercio de ganado, etc.

1.2.5.2 Introducción intencional

Su introducción deliberada continúa siendo un riesgo importante, ya que se utiliza ampliamente como césped o pastizal y se consigue fácilmente en muchas fuentes.

1.2.6 Ecoetología

1.2.6.1 Genética

Especie paleopoliploide, es decir tiene una amplia variabilidad morfológica, llegándose a conocer hasta 36 sinónimos del mismo ejemplar, esto se debe a que se trata de una compleja genética poliploide $2n=40$ genes.

De *Axonopus fissifolius* merecese destacarse que la información existente indica que *A. fissifolius*, al igual que *A. compressus* y *A. purpusii*, constituyen tres complejos poliploides (Giraldo-Cañas, 2008b). Así, la gran variabilidad morfológica que exhiben estas tres especies podría ser atribuible, en parte, a la poliploidía que presentan. Del mismo modo, el hecho de encontrar altos niveles de ploidía en estas tres especies, nos estaría indicando que se trata de especies paleopoliploides (Giraldo-Cañas, 2008b).

Tradicionalmente, la separación entre *A. hirsutus* y *A. fissifolius* se basaba en características vegetativas, principalmente referidas a la pilosidad de las vainas y las láminas foliares, un carácter que tiene una enorme variación, no sólo en las especies de *Axonopus*, sino también en un amplio número de gramíneas (Giraldo-Cañas, 2012b).

1.2.6.2 Reproducción

Axonopus fissifolius En condiciones favorables y siendo una sembradora prolífica, se propaga por semillas generalmente y por estolones y rizomas en menor medida.

1.2.6.3 Longevidad

Axonopus fissifolius puede presentar individuos anuales o perennes, dependiendo de las condiciones ambientales en las que se desarrolla. Por lo tanto, la longevidad de una planta es una respuesta ecológica que no puede ser usada como característica diagnóstica para separar especies (Giraldo-Cañas, D. 2014).

1.2.6.4 Dispersión

Dispersión natural (no biótica)

La dispersión natural se logra principalmente por el movimiento del viento y el agua, especialmente el riego por inundación (Henskens, 1997).

Transmisión vectorial (biótica)

Las semillas son dispersadas fácilmente por el ganado vacuno y ovino, ya sea externamente o después de haber sido ingeridas. La supervivencia de las semillas después de la ingestión es mayor para *A. fissifolius* que para muchas otras especies de pasturas (Jones et al, 1991; Gardener et al., 1993).

1.2.6.5 Asociaciones

En España (Bartoli A. et al. 2007), en la provincia de Huelva se la encontró como arvense en césped del jardín en la comunidad *Chenopodium polyspermi* Koch 1926 (*Panicum-Setarion* Sissingh en Westhoff, Dijk & Passchier 1946), con *Sporobolus indicus* (L.) R.Br., *Panicum repens* L., *Paspalum notatum* Flugge, *Kyllinga odorata* Vahl.

1.2.6.6 Selección de hábitat

Axonopus fissifolius es una planta de las zonas tropicales y subtropicales húmedas, que crece de forma natural en situaciones húmedas y a baja altitud sobre suelos ligeros o turberas de fertilidad escasa, no salinos, neutros o ácidos. Está presente principalmente en pastizales naturales, pero también en el sotobosque de bosques ralos. Es sólo moderadamente tolerante a la sombra y no crece en sombra profunda (Giraldo-Cañas, D. 2014).

1.2.6.7 Requisitos medioambientales

Axonopus fissifolius crece en campos inundables o en sabanas secas o húmedas, barrancos arenosos, grietas de afloramientos rocosos, bordes de camino, claros de bosque y prados. 0-2200 m altitud.

Axonopus fissifolius crece mejor en suelos húmedos de textura ligera con pH 5-6 (4.3-7.0), prosperando en suelos demasiado infértiles para *Paspalum dilatatum*, pero también adaptados a arcillas, lodos y turbas.

Rango latitudinal de distribución: 40° N a 40° S. Rango de temperatura media anual informada: 8–30 °C. Floración inhibida a temperaturas <13 °C. Cierta tolerancia a las heladas.

Se encuentra principalmente en áreas con una precipitación anual de 750 mm hasta 4.000 mm. La tolerancia a la sequía es baja. Si bien prefiere suelos húmedos, no se adapta bien a inundaciones prolongadas o condiciones pantanosas.

Mejor crecimiento en días largos (15 h). Moderadamente tolerante a la sombra.

1.3 MARCO LEGAL

- **Real Decreto 630/2013**, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.
- **LEY 30/2006**, de 26 de julio, de semillas y plantas de vivero y de recursos fitogenéticos.
- **LEY ORGÁNICA 16/2007**, de 13 de diciembre, complementaria de la Ley para el desarrollo sostenible del medio rural.
- **LEY 42/2007**, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- **Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre**, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.
- **Real Decreto 285/2021, de 20 de abril**, por el que se establecen las condiciones de almacenamiento, comercialización, importación o exportación, control oficial y autorización de ensayos con productos fitosanitarios, y se modifica el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.
- **Ley 7/2022, de 8 de abril**, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- **Real Decreto 570/2020**, de 16 de junio, por el que se regula el procedimiento administrativo para la autorización previa de importación en el territorio nacional de especies alóctonas con el fin de preservar la biodiversidad autóctona española

2 PROBABILIDAD DE ENTRADA, ESTABLECIMIENTO Y DIFUSIÓN

2.1 HISTORIAL DE COMPORTAMIENTO INVASOR

Axonopus fissifolius se considera un pasto útil o un césped en suelos menos fértiles y, como tal, se ha introducido ampliamente en Asia y el Pacífico, pero ha demostrado ser excesivamente agresiva en muchas regiones, compitiendo con especies de pastos más deseables y amenazando la flora nativa, especialmente en Australia, Hawái y otras islas del Pacífico. Obtuvo una puntuación alta de 16 en una evaluación de riesgos para Hawái, basada en el sistema australiano (Pier, 2012). Holm et al. (1979) clasifican a *A. fissifolius* como una maleza "principal" en Brasil y Malasia.

En Europa se documenta, por primera vez, su presencia en Portugal, Provincia de Miño:Braga, en la margen derecha del río do Cávado, en 1961 (Giraldo-Cañas 2008).

La población localizada en la provincia de Huelva se comporta como metáfito epicófito posiblemente en vías de naturalización, con fuerte reproducción vegetativa (rizoma), floración y producción de semillas. Aparece muy localizado en un solo punto del litoral onubense infestando un campo de césped con notables xenófitos invasores, con una población estimada de 2.000-3.000 individuos (Bartoli, A. et al, 2007).

2.2 SIMILITUD CLIMÁTICA ENTRE LAS ÁREAS NATIVAS (ORIGEN) Y ESPAÑA

Para llevar a cabo el primer criterio, que evalúa el riesgo de establecimiento por parte de la especie exótica a analizar, se llevó a cabo un análisis de ajuste climático. El ajuste climático es una medida de similitud entre los sitios de origen y de introducción de la especie a analizar, basado en datos climáticos de temperatura y precipitaciones. La expectativa es que una especie sea capaz de establecerse en lugares con climas similares al de su área nativa (Davis *et al.* 1998). Este análisis de ajuste climático puede ser utilizado para generar mapas de probabilidad de establecimiento exitoso de especies desde cualquier parte del mundo a una región diana propuesta, en este caso, la región diana será España.

El ajuste climático entre España y un área geográfica fuera de sus fronteras, fue determinado mediante el Software CLIMATCH (Bureau of Rural Sciences 2009). Esta aplicación utiliza dos algoritmos (algoritmo euclidiano y "Closest Standard Score") que relaciona el clima de las regiones seleccionadas por el usuario en todo el mundo con el clima de la región a estudiar.

Dieciséis parámetros climáticos (variables) fueron utilizados para el análisis, ocho variables para temperatura y ocho variables para la precipitación (tabla 3) se utilizan para estimar el grado de similitud entre los datos de las estaciones meteorológicas ubicadas en la

distribución mundial de la especie (1980 estaciones) y en España (108 estaciones). El sistema dispone de aproximadamente 8.331 estaciones meteorológicas para el análisis. El número de estaciones meteorológicas utilizadas en un análisis variará de acuerdo con el tamaño de distribución de la especie (Crombie *et al.* 2008). En este estudio, la región nativa se define como el área de distribución natural de la especie potencialmente peligrosa y será comparado con las estaciones climáticas de España, 1980 estaciones en el área de distribución natural de la especie contra las 108 en total para nuestro país, para poder observar el nivel de ajuste climático de esta especie cuando se introducen a nuestro país.

Tabla 3. Los 16 parámetros climáticos utilizados para estimar la extensión del hábitat climáticamente ajustado en el programa CLIMATCH.

Parámetros de Temperatura (°C)	Parámetros de Precipitaciones (mm)
Media anual	Media anual
Mínimo de mes más frío	Media de los meses más húmedos
Máximo de mes más cálido	Media de los meses más secos
Intervalo promedio	La media mensual de coeficiente de variación
Media de trimestre más frío	Media de trimestre más húmedo
Media de trimestre más frío	Media de trimestre más húmedo
Media de trimestre más cálido	Media de trimestre más seco
Media de trimestre más cálido	Media de trimestre más seco

CLIMATCH calcula un puntaje de ajuste climático para cada estación meteorológica de España basada en la mínima distancia euclídea en el espacio dimensional de 16 variables climáticas entre las estaciones meteorológicas fuente y las estaciones de destino dentro de España. Cada variable se normaliza dividiéndolo por su desviación estándar en todo el mundo. Las calificaciones del ajuste climático varían entre el nivel 10 para el mayor ajuste climático al nivel 0 para el ajuste climático más pobre. Para que una estación meteorológica en España tenga una puntuación alta, debe haber una coincidencia de las 16 variables climáticas en esa estación con al menos una estación meteorológica en el área de distribución geográfica de la especie fuera de España (Bomford *et al.* 2009).

Posteriormente, se calcularon los puntajes acumulativos, es decir, se suma el número de estaciones meteorológicas para cada nivel a fin de establecer el Índice de Ajuste Climático (IAC). A continuación, se compararon las puntuaciones climáticas en cuatro niveles (suma del nivel 5 al nivel 8). No se examinaron los niveles más bajos de ajuste climático (0-2), debido a que estos niveles representan hábitats inadecuados donde es poco probable que esta especie se establezcan. Asimismo, no se examinaron los niveles más altos (8-10) ya que éstos tienden a excluir a muchos hábitats que son adecuados para el establecimiento de esta especie (Bomford *et al.* 2009, Bomford *et al.* 2010).

Tabla 4. Resultados del ajuste climático entre las estaciones climáticas de origen y de introducción.

Puntuació n	Nº estaciones	%	IAC
0	0	0	
1	0	0	
2	0	0	Muy Bajo
3	1	0,64	Bajo
4	1	0,64	Bajo
5	1	0,64	Moderado
6	36	23,37	Moderado
7	86	55,87	Alto
8	28	18,18	
9	1	0,64	
10	0	0	

Para España el análisis nos arroja unos resultados con niveles **Altos** (más variables coincidentes) más acusado en el Valle del Ebro en su tramo alto y medio, el Valle del Pisuerga y la Provincia de Huelva; niveles **Moderados o medios** el resto del país, sólo Orense presenta un nivel **Bajo** de IAC para la especie (fig.6).

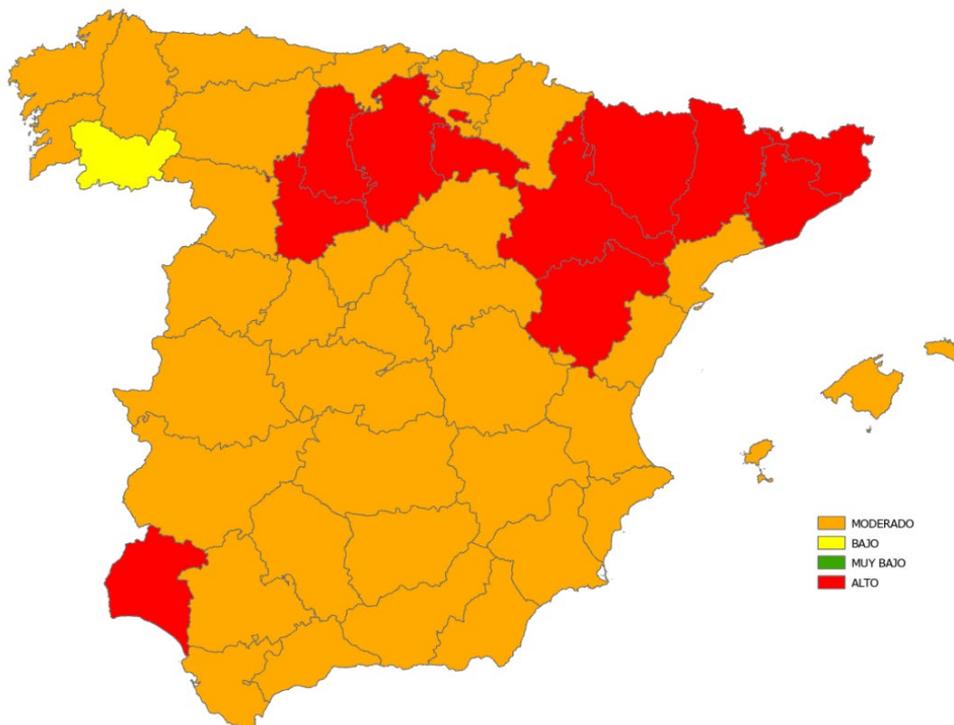


Figura 6. Mapa de Índice de Ajuste Climático (IAC) para *Axonopus fissifolius* para cada provincia.

Tabla 5. Clima óptimo para *Axonopus fissifolius*

Tipo de clima	Descripción	Preferido
Af - Clima de selva tropical	> 60 mm de precipitación al mes	Tolerado
Am - Clima tropical monzónico	Clima tropical monzónico (< 60 mm de precipitación en el mes más seco pero > (100 - [precipitación anual total (mm)/25]))	Privilegiado
Como - Clima de sabana tropical con veranos secos	< 60 mm de precipitación en el mes más seco (en verano) y < (100 - [precipitación anual total (mm)/25])	Tolerado
Aw - Clima tropical húmedo y seco de sabana	< 60 mm de precipitación en el mes más seco (en invierno) y < (100 - [precipitación anual total (mm)/25])	Tolerado
Cf - Clima templado cálido, húmedo todo el año.	Temperatura media cálida > 10°C, temperatura media fría > 0°C, húmedo todo el año	Privilegiado
Cs - Clima templado cálido con veranos secos.	Temperatura media cálida > 10°C, temperatura media fría > 0°C, veranos secos	Tolerado
Cw - Clima templado cálido con invierno seco	Clima templado cálido con inviernos secos (Temperatura media cálida > 10°C, Temperatura media fría > 0°C, inviernos secos)	Tolerado

2.3 VÍAS DE ENTRADA Y PROPAGACIÓN

Las principales vías de entrada a larga distancia serían las relacionadas con la importación de ganado vivo y el comercio de semillas en lo que a Europa se refiere.

Si nos centramos en España, descartando los espacios urbanos, las citas en la provincia de Pontevedra, sin tener la certeza, es posible que haya sido de forma natural, semillas transportadas por el agua, viento o aves marinas; ya que *A. fissifolius* está muy presente en las islas Azores y por dispersión natural es posible su llegada a la Península. La citada en Huelva, tiene toda la apariencia de haber llegado en un lote de semillas, mezclado con otras especies, sin descartar también la vía de la dispersión natural.

Tabla 6. Vías y causas de dispersión principales de *Axonopus fissifolius*

Causa de vía de dispersión	Agente	Larga distancia	Local
Producción animal (causa de la vía)		Sí	Sí
Producción de cultivos (causa de la vía)	Maquinaria agrícola	Si	Sí
Digestión y excreción			Sí
Forraje		Si	Sí
Ventas por internet		Si	
Comercio de alimentos vivos o piensos		Sí	Sí
Comercio de semillas		Sí	Sí

3 DISTRIBUCIÓN POTENCIAL, DISPERSIÓN E IMPACTOS

3.1 DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN ESPAÑA EN CASO DE ESCAPE O LIBERACIÓN

Para modelizar la distribución potencial hemos utilizado el software MaxEnt, destinado al análisis de archivos cartográficos, partiendo de un grupo de variables ambientales para dar, como resultado, la posible distribución de la información.

Cuando MaxEnt evalúa la distribución de la especie nos genera un mapa temático en el que podremos advertir los valores de probabilidad de éxito o presencia de la especie en nuestro modelo.

Para elaborar el mapa de distribución potencial de *Axonopus fissifolius* en España emplearemos las variables de altitud, precipitación, temperatura, usos del suelo, hábitat, distancia a zonas antrópicas, humedad relativa y cercanía a humedales.



Figura 7. Mapa de distribución potencial de *Axonopus fissifolius* en España.
Fuente. Ibera. Consultoría Medioambiental

Los resultados arrojan una superficie de ocupación potencial de la especie de menos del 0,20 % de la superficie total del país. Estando presente en 317 cuadrículas 10x10, lo que supone un 0,36 % del total; este último dato no es representativo ya que las superficies posibles idóneas en cada cuadrícula para la especie son muy limitadas y aisladas.

Dentro del modelo no se ha tenido en cuenta las zonas urbanas, ya que la existencia de la planta tiene un carácter ornamental en parques y jardines en los pueblos y ciudades.

3.2 CAUSAS DE DISPERSIÓN

Las principales vías de dispersión serían las relacionadas con el comercio de semillas, en lotes contaminados de semillas para plantaciones de forrajeras, el ganado vacuno y ovino también se presenta como una causa en dispersión de semillas en las heces (Gardener et al., 1993).

De manera natural, la dispersión viene dada por viento y agua en el transporte de semillas (Henskens, 1997).

3.3 POSIBLES IMPACTOS ECOLÓGICOS

3.3.1 Impacto en la biodiversidad

A. fissifolius se identifica entre una variedad de especies que, en conjunto, amenazan a varias especies nativas en peligro de extinción en Hawái, incluidas *Pteralyxia kauaiensis*, *Remya kauaiensis*, *Sanicula purpurea*, *Poa mannii* y *Phyllostegia hispida* (Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos, 2010a, b, c; 2011a, b).

En Europa no existen datos relativos al impacto sobre la Biodiversidad, esto es debido a su escasa área de distribución en el continente.

3.4 POSIBLES IMPACTOS ECONÓMICOS

3.4.1 Impacto en economía agroalimentaria

El principal impacto económico de *A. fissifolius* es como maleza en pastizales y praderas donde se prefieren otras especies más productivas. Puede ser un problema grave de malezas cuando las especies sembradas no crecen vigorosamente en el año de establecimiento, en situaciones de baja fertilidad o si no se mantiene una cubierta densa de pastura (Roe & Williams, 1993). Aunque se ha cultivado como pastura en Australia, hay muchos informes de que es un problema en pasturas mejoradas, por ejemplo, donde ha invadido pasturas de *Pennisetum clandestinum* en áreas de selva tropical en Queensland (Anderson et al., 1983). Es más problemático en situaciones de baja fertilidad y menos a medida que aumentan los niveles de nitrógeno, pero Henskens (1997) señala que en Australia puede invadir pasturas irrigadas ricas en trébol, así como situaciones menos fértiles. Además de su uso en pasturas, también se vende comercialmente como césped.

3.5 POSIBLES IMPACTOS SOBRE LA SALUD Y SANITARIOS

No se conocen impactos sobre la salud y sanitarios para *A. fissifolius*.

4 MEDIDAS DE MANEJO DE LA ESPECIE

4.1 MEDIDAS DE CONTROL. EFECTIVIDAD Y VIABILIDAD DE LAS MEDIDAS

4.1.1 Medidas de Control

4.1.1.1 Control físico

Es importante excluir el estiércol como complemento fertilizante en los viveros donde se cultivan plantas de cultivo porque las semillas de *A. fissifolius* se diseminan fácilmente a través del estiércol de las vacas. La maleza también debe controlarse antes de que produzca semillas. La azada tradicional se utiliza para controlar *A. fissifolius* en los trópicos.

Los estolones enraizados pueden ser bastante tenaces y se necesita algo de fuerza para desalojar los grupos de malezas del suelo. Debido a la capacidad de los estolones para volver a enraizar, se necesita cuidado al retirar y desechar el material de la azada para evitar una nueva infestación. *A. fissifolius* se desmaleza a mano en áreas de cultivo de piña y los fragmentos del tallo a menudo se colocan encima del cultivo para permitir que la luz del sol seque la maleza. El tajak, una placa triangular o azada con un mango largo, todavía se utiliza para desalojar la maleza de la turba, en la que se cultiva principalmente la piña (Wee y Ng, 1970).

El fuego controlado, este método no es ser apropiado para eliminar especies como *A. fissifolius*, aunque esta no crece principalmente en áreas donde el fuego no es un problema, se recupera rápidamente del fuego.

*La destrucción de las partes arrancadas debe llevarse a cabo con un gestor autorizado ya que con frecuencia las partes aéreas pueden llegar a arraigar nuevamente, dando origen a la aparición de nuevas poblaciones. Ley 7/2022, de 8 de abril.

4.1.1.2 Control químico

A. fissifolius es sensible al glifosato, dalapon, fluazifop y haloxifop (Henskens, 1997).

*Debido a las regulaciones variables al entorno, el registro de plaguicidas, se debe consultar su lista nacional de plaguicidas registrados o la autoridad pertinente para determinar qué productos están legalmente permitidos para su uso en su país al considerar el control químico. Los plaguicidas siempre deben usarse de manera legal, de acuerdo con la etiqueta del producto. Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre.

4.1.1.3 Control biológico

Se ha demostrado que el ganado vacuno y ovino es más eficaz para el control de *A. fissifolius* en plantaciones de eucalipto en Brasil.

Prospera bajo pastoreo intenso, hasta una altura de rastrojo de 5 a 5,7 cm. El pastoreo frecuente también ayuda a mantenerlo en estado vegetativo.

4.1.2 Efectividad y viabilidad de las medidas

4.1.2.1 Control físico/mecánico

El control mecánico por sí solo no es realmente una opción, ya que puede regenerarse fácilmente a partir de fragmentos de rizoma y estolón. Sin embargo, el cultivo, la siega y el fuego se han utilizado junto con herbicidas para lograr un control integrado., sin buenos resultados.

4.1.2.2 Control biológico

Se ha demostrado que el ganado vacuno y ovino es más eficaz que el glifosato para el control de *A. fissifolius* en plantaciones de eucalipto en Brasil. Las ovejas son preferibles, ya que causan menos daños a los árboles que el ganado vacuno (Varella y Saibro, 1999). No ha habido intentos de control biológico.

4.1.2.3 Control químico

Para *A. fissifolius* “Asulam” se consideró el herbicida más adecuado para alterar el equilibrio entre este y *Paspalum dilatatum* en Australia (Martin, 1983) mientras que dalapon ha ayudado a mejorar el contenido de trébol en praderas mixtas. Una mezcla de MSMA y dalapon ha proporcionado un control efectivo en Sri Lanka (Yogaratnam, 1971). Sethoxydim y mefluidide se han utilizado para suprimir la floración en césped en EE. UU. (Fry y Wells, 1990). Es relativamente resistente a fluroxypyr, halosulfuron, sulfentrazone y oxadiazon (Christofolletti y Aranda, 2001).

4.1.3 Ventajas y contras de los métodos de control

Una buena elección a la hora de determinar un método de control i/o erradicación viene marcada por la superficie ocupada por la especie controlar i/o erradicar, la localización (ecosistema), costos y efectos medioambientales.

Tabla 7. Comparativa de los medios de erradicación i/o control

Medios químicos: fitocidas	Medios mecánicos: arranque
Alta toxicidad	No tóxico
Mayor eficacia	Menor eficacia
Actúa en la totalidad de la planta. Mortalidad	Menor eficacia. Rizomas y estolones
No se fomentan procesos erosivos	Se crean procesos erosivos.
Costes más reducidos	Costes elevados
Menor esfuerzo	Mayor esfuerzo
Retirada de restos	Retirada de restos
Permanencia de restos en el ecosistema	No deja restos en el ecosistema

5 CONCLUSIÓN

Después de estudiar y recopilar los numerosos artículos existentes en la bibliografía referidos a *Axonopus fissifolius* y comparar el comportamiento de la planta en las diferentes zonas del globo y las consecuencias de las introducciones y expansión de las mismas en zonas no nativas, podemos concluir que *Axonopus fissifolius* tiene un riesgo invasivo para España de **BAJO**. Esta conclusión viene motivada por las siguientes cuestiones:

- *Axonopus fissifolius* fue citada en España, concretamente en Galicia en el segundo lustro de los años 80, de manera puntual, desde entonces no existe en esta zona ni una población establecida y ningún síntoma de expansión de la especie, si tenemos en cuenta que uno de los requerimientos ambientales para *A. fissifolius* es el régimen pluviométrico superior a 750mm, requisito existente en la costa Pontevedresa, la especie no ha sido capaz de consolidarse de manera natural. Por otra parte la población algo más consolidada existente en la Provincia de Huelva, está sometida a riego artificial en unos jardines y a las temperaturas más suaves del sur de la Península, lo que contribuyen a la consolidación poblacional por parte de *A. fissifolius*, en esta Provincia no costa un establecimiento salvaje de la especie. Si a lo ya expuesto le sumamos que el ganado vacuno es un vector de expansión de semillas de la especie y en la comunidad gallega es muy abundante este tipo de ganado, demuestra el difícil establecimiento de manera natural de *A. fissifolius*.
- Destacar los rangos de latitud de la especie en los 40ºN, solo el sur de la Península se encuentra en este rango.
- Importante reseñar la climatología peninsular en zonas costeras y templadas favorece el desarrollo de *A. fissifolius*; pero si tenemos en cuenta otras variables y requerimientos ambientales de la planta, sobre todo la pluviometría; hace muy difícil el establecimiento natural de la especie en España; con una media de 650mm al año, las zonas con pluviometría superior, dentro de los rangos requeridos por la especie, están por encima de los 40ºN; lo que dificulta el desarrollo de poblaciones de forma natural o salvaje de *A. fissifolius*.
- No existe inconveniente el uso a nivel recreativo y paisajístico, siempre y cuando se tomen las medidas de control adecuadas y se respeten los protocolos de eliminación de residuos.
- El control químico en usos recreativos y urbanos está ampliamente reconocido y es muy efectivo, en el caso de detección de expansión de la especie de manera salvaje.

6 BIBLIOGRAFIA

- Aldous DE, Chivers IH, 2002. Céspedes deportivos y pastos para uso recreativo: manual de uso e identificación [ed. por Alldous, DE\Chivers, IH]. Collingwood, Australia: Landlinks Press, viii + 112 pp.
-
- Bartoli A, Sánchez Gullón E, Weickert P, Tortosa RD, 2007. Plantas americanas nuevas para la flora adventicia del sur de España. (Plantas americanas nuevas para la flora adventicia del sur de España.) Acta Botanica Malacitana, 32:276-282.
- Beard, JB (1973) Ciencia y cultura del césped. Prentice Hall, Hoboken.
- Bomford M, F Kraus, SC Barry, E Lawrence. 2009. Predicting establishment success for alien reptiles and amphibians: a role for climate matching. Biological Invasions 11: 713-724.
- CABI, Sin fecha a. Compendio de CABI: Estado determinado por el editor de CABI. Wallingford, Reino Unido: CABI
- CSIRO, 2012. Forrajes tropicales: una herramienta de selección interactiva. Forrajes tropicales: una herramienta de selección interactiva., Australia: CSIRO Sustainable Ecosystems.
- Chase, A. 1911. Notas sobre géneros de *Panicaceae*, IV. Proc. Biol. Soc. Wash. 24: 103-160.
- Chippindall LKA, 1955. Las hierbas y pasturas de Sudáfrica [ed. por Meredith, D.], Sudáfrica: Central News Agency, 1-527.
- Clayton, W. D., & Renvoize, S. A. (1986). Genera graminum. Grasses of the world. 389 pp.
- Crombie, J, Brown, L, Lizzio, J & Hood, G 2008, *Climatch* user manual, Bureau of Rural Sciences, Canberra.
- Gardener, C. J., et al. "Passage of Legume and Grass Seeds Through the Digestive Tract of Cattle and Their Survival in Faeces." Journal of Applied Ecology, vol. 30, no. 1, 1993, pp. 63–74.
- Garcia-Rivera J, Morris MP, 1955. Contenido de oxalato en pastos forrajeros tropicales. Asociación Americana para el Avance de la Ciencia. Science, 122:1089-1090.
- GBIF, 2012. Infraestructura mundial de información sobre biodiversidad. Infraestructura mundial de información sobre biodiversidad (GBIF).
- Giraldo-Cañas, D. 2000a. Una nueva sección del género *Axonopus* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae). Revista Acad. Colomb. Cienc. 24 (91): 183-191.
- Giraldo-Cañas, D. (2008). Revision of the genus *Axonopus* (Poaceae: Paniceae): First record of the genus for Europe and taxonomie novelties. 30. 301-314.

- Giraldo-Cañas, D. 2008b. Sistemática del género *Axonopus* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) y revisión de las especies de la serie Barbigeri . Serie Biblioteca José Jerónimo Triana 17: 1-211. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá DC.
- Giraldo-Cañas, Diego. (2012). Las especies del género *Axonopus* (poaceae: panicoideae: paspaleae) en brasil. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales , 36 (140), 317-364.
- Giraldo-Cañas, D. 2012b. Las especies del género *Axonopus* (Poaceae: Panicoideae: Paspaleae) en México. Caldasia 34 : 325-346.
- Henskens FLF, 1997. Biología y manejo de *Axonopus affinis* (Chase) en pasturas australianas. Revista australiana de investigación agrícola, 48(8):1219-1230.
- Hitchcock, A. S. . 1950. Manual de las gramíneas de los Estados Unidos . Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Publicación miscelánea n.º 200, Imprenta del Gobierno, Washington DC
- Holm L, Pancho J, Herberger J, Plucknett D, 1979. Atlas geográfico de las malezas del mundo. Nueva York, EE.UU.: John Wiley & Sons.
- Howell C, 2008. Lista consolidada de malezas ambientales en Nueva Zelanda. Serie de investigación y desarrollo del DOC, n.º 292: 42 pp.
- ISSG, 2015. Base de Datos Mundial de Especies Invasoras (GISD). En: Grupo de Especialistas en Especies Invasoras de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN.
- Jones RM, Noguchi M, Bunch GA, 1991. Niveles de semillas germinables en la capa superficial del suelo y en las heces del ganado en pasturas fertilizadas con nitrógeno y leguminosas y gramíneas en el sudeste de Queensland. Australian Journal of Agricultural Research, 42(6):953-968.
- Koch W., 1926. Die Vegetationseinheiten der Linthebene. Jahrb. St-Gall Nature. Ges. 61: 1-146.
- Mabberley DJ, 1997. El libro de las plantas. Segunda edición. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 858 pp.
- PIER, 2013. Ecosistemas de las islas del Pacífico en riesgo. Honolulu, Hawái, EE. UU.: HEAR, Universidad de Hawái.
- Raddi, G. 1823. *Paspalus* . Agrostogr. Bras. 3: 23-30.
- Romero Buján, M. I. 2008. Catálogo da flora de Galicia. Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvemento Rural IBADER, Lugo.

- SANZ ELORZA M., DANA SÁNCHEZ D. & SOBRINO VESPERINAS E., eds. 2004. Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid, 384 pp.
- Sauer JD, 1972. Revisión de *Stenotaphrum* (Gramineae:Paniceae) con atención a su geografía histórica. *Brittonia*, 24:202-222.
- Sissinigh G., Westhoff V., van Dicjk J., & Passchier H., 1946. Overzicht der plantengemeenschappen in Nederland. Amsterdam, 118p.
- Smith RL, Smith MT (2001) Ecología. 4ª edición. Pearson Education. Madrid.
- Universidad de Purdue, 2012. Programa en línea de recursos sobre nuevos cultivos. Estados Unidos: Centro de Purdue para nuevos cultivos y productos vegetales.
- USDA-NRCS, 2012. Base de datos PLANTAS. Baton Rouge, EE.UU. : Centro Nacional de Datos sobre Plantas.
- Watson VH, Burson BL, 1985. Bahiagrass, carpetgrass y dallisgrass. Forrajes: la ciencia de la agricultura de pastizales [ed. por Heath, ME, Barnes, RF, Metcalfe, DS]. Ames, Iowa, EE.UU. : Universidad Estatal de Iowa, 255-262.
- Wijerathna MAP, Edirisinghe JP, 1995. Observaciones preliminares sobre pulgones gramíneos (*Homoptera: Aphididae*) del Parque Universitario de Peradeniya. *Revista de Ciencias de Ceilán, Ciencias Biológicas*, 24:34-41.