

Artículo original

Análisis del riesgo de invasión de malezas introducidas asociadas a cultivos de banano en el departamento del Magdalena, Colombia

Analysis of the risk of invasion of exotic weeds associated with banana crops in the department of Magdalena, Colombia

✉ Kristinne Echávez-P^{1,*}, ✉ Irma Quintero-Pertuz², ✉ Eduino Carbonó-Delaho³

¹ Maestría en Ecología y Biodiversidad, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

² Facultad de Ingeniería, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

³ Herbario UTMC, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia

Resumen

Las plantas invasoras se consideran la segunda causa de pérdida de biodiversidad después de la destrucción del hábitat. Es necesario prevenir el establecimiento de nuevas poblaciones de estas plantas para evitar su impacto negativo en la productividad y biodiversidad de los ecosistemas en general. Para la detección temprana de malezas potencialmente riesgosas, propusimos identificar las especies introducidas asociadas a cultivos de banano del departamento del Magdalena y categorizar su riesgo de invasión. Para ello se revisaron inventarios de la flora asociada al cultivo y se confirmó su origen mediante consulta bibliográfica. Las especies confirmadas como introducidas (31) fueron sometidas a un análisis de riesgo de invasión con la herramienta I3N, la cual incluye 28 preguntas agrupadas en tres categorías: riesgo de invasión, impacto potencial y dificultad de control. La suma de los puntajes correspondientes a cada pregunta definió el indicador del riesgo asociado a cada especie evaluada, así: riesgo de invasión alto (valores entre 5,01 y 10,00); riesgo moderado (entre 3,01 y 4,50); riesgo bajo (entre 1,0 y 3,0), y requieren mayor análisis (entre 4,56 y 5,00). Se categorizaron 24 especies como de alto riesgo de invasión, tres de riesgo moderado y cuatro requerían mayor análisis, en tanto que ninguna especie se clasificó como de bajo riesgo. Se presentan aquí los primeros registros de 19 especies con alto riesgo de invasión en Colombia, información que puede ser útil para la prevención, manejo y control de estas malezas y para evitar su propagación e invasión en otros ecosistemas circundantes, aunque aún es necesario evaluar su distribución.

Palabras clave: Biodiversidad; Invasiones biológicas; Invasividad; Plantas exóticas.

Abstract

Invasive plants are considered the second cause of biodiversity loss after habitat destruction. It is necessary to prevent the establishment of new populations of these plants to avoid negative impacts on the productivity and biodiversity of ecosystems in general. For the early detection of potentially risky weeds, we proposed to identify the introduced species associated with banana crops in the department of Magdalena and categorize their invasion risk. To this end, we reviewed inventories of flora associated with this crop and we confirmed their origin through the available literature. The species confirmed as introduced (31) were subjected to risk analysis to determine their establishment and invasion capacity with the I3N tool, which is based on 28 questions grouped into three categories: risk of establishment, potential impact, and difficulty of control. The sum of the scores for each question defined the risk indicator associated with each species as follows: values between 5.01 and 10.0: high invasion risk; between 3.01 and 4.50: moderate risk; between 1.0 and 3.0: low risk, and between 4.56 and 5.0: further analysis required. We categorized 24 species as having high risk of invasion, three as moderate risk, and four as requiring further analysis whereas no species were categorized as low risk. We present here the first records of 19 species at high risk of invasion in Colombia. This information can be useful for the prevention, management, and control of these weeds and to avoid their spread and invasion into other surrounding ecosystems. However, it is necessary to evaluate their potential distribution.

Keywords: Biodiversity; Biological invasions; Invasiveness; Exotic plants.

Citación: Echávez-P K, Quintero-Pertuz I, Carbonó-Delaho E. Análisis del riesgo de invasión de malezas introducidas asociadas a cultivos de banano en el departamento del Magdalena, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 46(178):154-164, enero-marzo de 2022. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1520>

Editor: Carolina Romero

***Correspondencia:**

Kristinne Echávez-P;
kristinne.echavez@gmail.com

Recibido: 21 de julio de 2021

Aceptado: 3 de febrero de 2022

Publicado en línea: 28 de febrero de 2022



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Introducción

Las invasiones biológicas y la destrucción del hábitat son los factores de cambio ambiental con mayor impacto sobre la biodiversidad, la conservación de los ecosistemas y sus servicios ambientales (**Millennium Ecosystem Assessment**, 2005; **Hapca**, 2011; **IPBES**, 2019). En las últimas décadas, las invasiones biológicas han recibido cada vez mayor atención y se han logrado avances importantes en la comprensión del impacto de las especies foráneas (**Kumschick, et al.**, 2015; **Courchamp, et al.**, 2017).

Las especies foráneas o no nativas, también llamadas “exóticas” o “introducidas”, son aquellas cuya presencia en una región es atribuible a acciones humanas que les han permitido superar las barreras de su dispersión natural y cuyo impacto en el ecosistema receptor depende de su capacidad invasiva (**Russell & Blackburn**, 2017). Estos mismos autores sostienen que las especies invasoras son el subconjunto de especies exóticas que se considera de impacto negativo, en general. Sin embargo, no todas las especies exóticas son invasoras, por lo que es fundamental determinar las especificidades que las caracterizan (**Courchamp, et al.**, 2017).

La agricultura es considerada como el principal medio por el que muchas especies de plantas han sido introducidas fuera de su rango natural, ya sea de manera intencional o involuntaria (**Baptiste, et al.**, 2010; **Hapca**, 2011). Actualmente la influencia de las plantas invasoras alrededor del mundo es cada vez más notoria y se ha convertido en un problema de carácter local y global (**Early, et al.**, 2016). Se ha estimado que aproximadamente 13.186 especies de plantas han sido introducidas en cerca de 843 regiones del mundo, aunque las zonas tropicales aparecen como las menos afectadas (**Kleunen, et al.**, 2015). Sin embargo, en las últimas cinco décadas, en Suramérica se han identificado varias invasiones biológicas atribuidas a las profundas modificaciones del uso de la tierra, así como a la degradación y la destrucción de las comunidades vegetales en los países de esta región (**Gardener, et al.**, 2012). Esta situación se evidencia en Colombia en ecosistemas alterados debido a este fenómeno (**Gutiérrez**, 2006; **Andrade & Castro**, 2012).

Para hacer frente a esta problemática, en el país se han definido políticas y estrategias que han permitido reconocer especies exóticas como invasoras y sus efectos sobre el ecosistema receptor, así como la importancia de su manejo y control (**Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT**, 2010). El análisis de riesgo de invasión de plantas exóticas o trasplantadas registradas en diferentes biomas y ecosistemas ha permitido la categorización de 72 especies con alto riesgo de invasión en Colombia (**Cárdenas, et al.**, 2010; **Cárdenas, et al.**, 2011; **García-Duque, et al.**, 2016).

Cárdenas, et al. (2017), sin embargo, señalan que hay vacíos de información en los inventarios de algunas zonas del país, por lo que el número de plantas exóticas puede ser mayor; en ese sentido destacan la importancia de adelantar una adecuada gestión e investigación de las especies exóticas que proporcione información local para la prevención, manejo y control de las invasoras.

Debido al interés público y ambiental por todo tipo de especies invasoras, la atención de muchos científicos de la ciencia de las malezas se ha desplazado en las dos últimas décadas de las especies dominantes y su control a las especies de plantas invasoras en los agroecosistemas (**Zimdahl & Brown**, 2013). En estos, que son hábitats altamente artificiales, pobres en especies, ambientalmente homogéneos y con patrones de perturbación predecibles (**Weber**, 2003), las plantas exóticas pueden ser el resultado de filtración de especies de la flora del paisaje regional (**Poggio**, 2012), cuya presencia, al igual que la de las malezas comunes, afectaría la productividad por la competencia que generan y porque su control y manejo implica un incremento en los costos de producción (**Bentivegna & Fernández**, 2010). No obstante, la mayor preocupación por la presencia de estas especies es la amenaza que constituyen para la biodiversidad, dado que pueden escapar del cultivo (fugas) e instalarse en ambientes naturales (**Cárdenas, et al.**, 2010) que, siendo hábitats ambientalmente heterogéneos, influyen en mayor medida en el patrón y ritmo de propagación de las especies invasoras (**O'Reilly-Nugent, et al.**, 2016) que, según **Weber** (2003), pasan a convertirse en malezas ambientales.

Se reconocen como malezas ambientales las plantas invasoras que se extienden en zonas naturales donde no son deseadas y pueden tener efectos adversos en la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas o la economía (Weber, 2003). Incluyen especies introducidas, así como otras nativas que se han extendido más allá de su área de distribución natural anterior, producen semillas prolíficas y se establecen fácilmente en otros ecosistemas como matorrales, cursos de agua y pastizales nativos (White, *et al.*, 2018).

En este contexto, se ha determinado la presencia de especies no nativas y otras de origen desconocido (Quintero-Pertuz, *et al.*, 2020) en la comunidad de malezas asociada a los cultivos de banano en Magdalena, conformada mayoritariamente por especies herbáceas nativas. Teniendo en cuenta que las malezas introducidas tienen características comunes con plantas colonizadoras exitosas y que representan un riesgo para la productividad del cultivo y la biodiversidad, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el riesgo de invasión de las plantas introducidas asociadas a estos sistemas agrícolas para la detección temprana de las potencialmente riesgosas por su ‘invasividad’, respondiendo a las siguientes preguntas: ¿cuáles son las especies introducidas? y ¿cuál sería su nivel de riesgo de invasión? Los resultados obtenidos aportan información local sobre el nivel de riesgo de invasión de malezas introducidas en plantaciones bananeras, lo que resulta útil para definir planes de manejo integrado de prevención y monitoreo de las especies con alto riesgo de invasión aquí reportadas.

Materiales y métodos

Área de estudio

Se tuvo en cuenta el inventario de la flora asociada a cultivos de banano del Magdalena realizado por Quintero-Pertuz, *et al.* (2020), cuyas muestras, depositadas bajo la serie E. Carbonó & I. Quintero en el herbario UTMC de la Universidad del Magdalena, fueron revisadas. Las zonas de producción bananera del departamento abarcan un área aproximada de 16.000 hectáreas (AUGURA, 2020) distribuidas en la zona costera, el borde de la Ciénaga Grande y las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) en los municipios de Ciénaga, Zona Bananera, Retén, Aracataca, Fundación y en el norte del distrito de Santa Marta (Figura 1). Además de banano, en estos municipios hay plantaciones

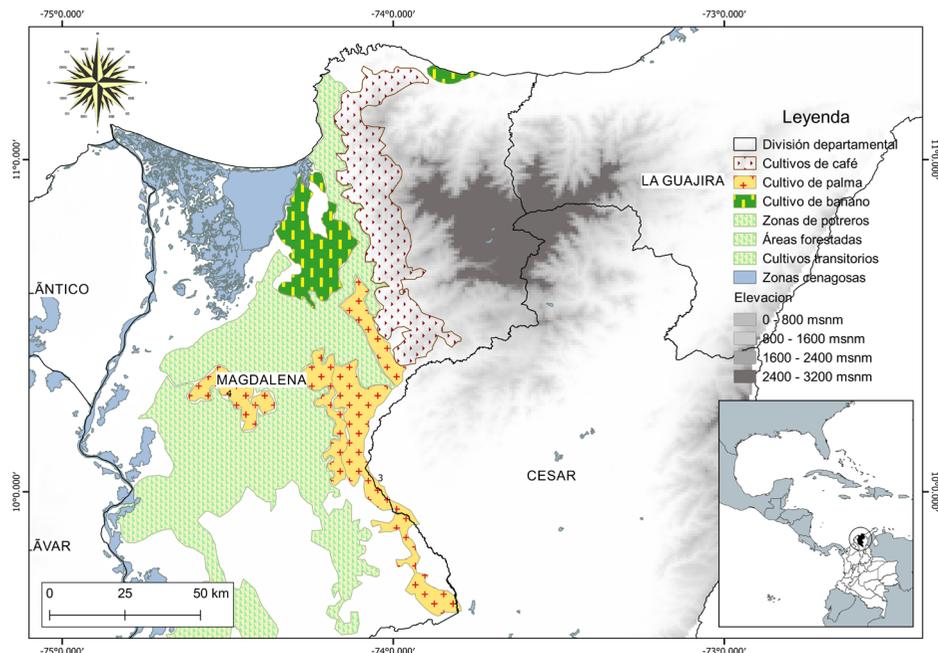


Figura 1. Localización de zonas de producción de banano en el departamento del Magdalena

de palma de aceite, arroz, cítricos, mango y café, este último con importante presencia en la SNSM, escenario de una considerable biodiversidad terrestre (Alvear, *et al.*, 2015) y una amplia oferta de servicios ambientales como la regulación hídrica, vital para el desarrollo económico y social de la región (CORPAMAG, 2013).

Identificación de plantas introducidas

A partir del inventario de Quintero-Pertuz, *et al.* (2020) y mediante la consulta bibliográfica de trabajos de especies invasoras en Colombia (Cárdenas, *et al.*, 2010; Cárdenas, *et al.*, 2011; García-Duque, *et al.*, 2016; Cárdenas, *et al.*, 2017) y las bases de datos de Bernal, *et al.* (2019) (<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>) de Tropicicos (2020) (<http://www.tropicicos.org/>), de The Global Biodiversity Information Facility - GBIF (2021) (<https://www.gbif.org/>) y del Centre for Agricultural Bioscience International - CABI (2020) (<http://www.cabi.org/isc>), se determinaron aquellas especies no nativas o introducidas al país con origen reconocido en otros continente diferentes a América. La información taxonómica se actualizó con base en el sistema de clasificación del Angiosperm Phylogeny Group - APG IV (2016) y para la nomenclatura se consultaron las bases de Bernal, *et al.* (2019) y Tropicicos (2020) (<http://www.tropicicos.org/>).

Categorización del nivel de riesgo de invasión de las especies introducidas

Se hizo un análisis del riesgo de establecimiento e invasión de las especies determinadas como introducidas utilizando la herramienta I3N propuesta por Zalba & Ziller (2008) para plantas en América Latina. Esta metodología permite definir categorías de invasión a partir de 28 criterios (preguntas) relacionados con el riesgo de establecimiento o invasión, el impacto potencial y la dificultad de control o erradicación en el ecosistema receptor. Las respuestas a las preguntas sobre cada especie se registraron en una plantilla predeterminada en Excel, elaborada y facilitada por Zalba & Ziller (2008). Las preguntas tienen en cuenta los reportes previos de invasión y el ajuste climático, además de los aspectos de la biología de la especie como la capacidad de establecer poblaciones a partir de pocos individuos, la propagación vegetativa y de producción de compuestos alelopáticos, sin dejar de lado la producción de semillas, entre otros caracteres. También se consideran las características de la especie en cuanto a su tolerancia a los incendios, su afectación de la economía y la salud humana y los usos tradicionales del suelo, así como temas referentes a la facilidad de control de la especie (Cárdenas, *et al.*, 2010).

La metodología I3N (Zalba & Ziller, 2008) establece que la suma de los puntajes correspondientes a cada pregunta indica el riesgo asociado a la especie evaluada y define cuatro categorías de riesgo de invasión, así: alto (valores entre 5,01 y 10,0), moderado (valores entre 3,01 y 4,50), bajo (valores entre 1,0 y 3,0) y que requiere mayor análisis (valores entre 4,56 y 5,0). Asimismo, con la metodología se determina un valor de incertidumbre que permite conocer el nivel de desconocimiento sobre una especie y tomar la decisión de aceptar o no la categorización final. Se sugiere que las especies con nivel de incertidumbre (NI) menor de 15 presentan un alto grado de confiabilidad, en tanto que no deben considerarse niveles de incertidumbre superiores a 15, los cuales deben registrarse en la categoría de aquellas que requieren mayor análisis (Baptiste, *et al.*, 2010). Después del análisis de resultados se presenta el listado de las especies introducidas y categorizadas según el nivel de riesgo de invasión.

Resultados

Identificación de plantas introducidas

Se constató que de las 204 especies de malezas registradas en el inventario de Quintero-Pertuz, *et al.* (2020), 31 eran introducidas (Tabla 1) y se agrupaban en 24 géneros y 10 familias. Las familias con mayor representación fueron *Poaceae* (14 especies), *Asteraceae* (4), *Rubiaceae* (3), y *Amaranthaceae*, *Curcubitaceae* y *Cyperaceae*, con dos especies cada una, en tanto que cuatro familias estuvieron representadas solamente por

Tabla 1. Nivel de riesgo de invasión de malezas introducidas asociadas a cultivos de banano en el departamento del Magdalena, Colombia

Familia	Especie	Origen	RI	NR	NI (%)
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.*	África y Eurasia	7,09	Alto	0
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	África	7,09	Alto	0
Poaceae	<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst.	África	6,97	Alto	0
Asteraceae	<i>Cyanthillium cinereum</i> (L.) H. Rob.*	África, Asia y Australia	6,67	Alto	0
Commelinaceae	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan*	Asia tropical y subtropical	6,61	Alto	0
Poaceae	<i>Bothriochloa pertusa</i> (L.) A.Camus*	Asia	6,61	Alto	0
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.*	Trópico del Viejo Mundo	6,61	Alto	0
Poaceae	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs	África	6,61	Alto	0
Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaerth.*	África	6,55	Alto	0
Poaceae	<i>Urochloa distachya</i> (L.) T.Q.Nguyen*	Asia tropical	6,5	Alto	3,45
Acanthaceae	<i>Thunbergia fragrans</i> Roxb*	India, sureste de Asia	6,44	Alto	3,45
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	África y Australia	6,24	Alto	0
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i> L.*	Trópico y subtrópico del Viejo Mundo	6,12	Alto	0
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	Trópico del Viejo Mundo	5,94	Alto	0
Amaranthaceae	<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume*	África, Asia y Australia	5,88	Alto	0
Poaceae	<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult.*	Asia tropical	5,68	Alto	6,9
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston*	Asia sudoriental	5,64	Alto	0
Fabaceae	<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC.*	África, Asia, Malasia y Australia	5,52	Alto	0
Cyperaceae	<i>Cyperus iria</i> L.*	Asia, sur de Australia y oeste de la India	5,52	Alto	0
Poaceae	<i>Panicum antidotale</i> Retz.*	India y Asia	5,48	Alto	6,9
Asteraceae	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.*	Asia	5,45	Alto	0
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link*	Asia tropical y subtropical	5,45	Alto	0
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.*	Europa	5,44	Alto	3,45
Cucurbitaceae	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl.*	África	5,39	Alto	0
Asteraceae	<i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don.	África	4,56	Moderado	3,45
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	China y Asia sudoriental	4,48	Moderado	0
Poaceae	<i>Eragrostis tenella</i> (L.) Roem. & Schult.	China, India	4,13	Moderado	3,45
Rubiaceae	<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	África	5,11	Requiere mayor análisis	20,69
Rubiaceae	<i>Oldenlandia lancifolia</i> (Schumach.) DC.	África	4,89	Requiere mayor análisis	20,69
Poaceae	<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br.	África tropical y subtropical	4,79	Requiere mayor análisis	17,24
Rubiaceae	<i>Oldenlandia umbellata</i> L.	África e India	3,54	Requiere mayor análisis	24,14

RI: riesgo de invasión; NR: nivel del riego; NI: nivel de incertidumbre. *Indica nuevos registros de plantas introducidas con alto nivel de riesgo de invasión en Colombia

una especie (**Tabla 1**). Los géneros que presentaron mayor número de especies introducidas fueron *Oldenlandia*, con tres especies, *Emilia*, *Cyperus*, *Cynodon*, *Digitaria* y *Eragrostis*, con dos especies cada uno, en tanto que 18 géneros estuvieron representados por una sola especie (**Tabla 1**).

Categorización del nivel de riesgo de invasión de las especies introducidas

De las 31 especies de plantas introducidas evaluadas, 24 se categorizaron con riesgo alto de invasión y un nivel de incertidumbre (NI) entre 0 y 6,9; tres con riesgo moderado y un NI entre 0 y 3,45, y cuatro requerían un mayor análisis al presentar un NI mayor que 15; ninguna especie fue categorizada en riesgo bajo (**Tabla 1**). Las evaluaciones de las especies con NI menores que 15 evidenciaron un alto grado de confiabilidad, en tanto que las cuatro especies con NI mayor que 15 requerían mayor análisis por no tenerse suficiente información reportada en las diferentes fuentes bibliográficas; 19 de las especies (**Tabla 1**) constituyen un primer reporte de malezas introducidas con alto riesgo de invasión en el departamento del Magdalena e, incluso, en Colombia.

Discusión

Plantas introducidas e invasoras

La categorización de 24 especies introducidas con alto riesgo de invasión entre las 31 evaluadas en este estudio respalda el argumento de **Quintero-Pertuz, et al. (2020)** de que no se debe subestimar la presencia de las malezas no nativas asociadas a las plantaciones bananeras del Magdalena, así como la importancia de mantener la precaución ante la presencia de especies introducidas. Según **Capdevilla-Argüelles, et al. (2006)**, este principio de precaución en el caso de las invasiones biológicas debe adoptarse asumiendo que todas las especies exóticas son sospechosas de ser invasoras hasta que pruebas fehacientes demuestren lo contrario. Es decir, que la falta de certeza científica acerca de las diversas consecuencias de una invasión no debería utilizarse como razón para aplazar o no adoptar medidas adecuadas de erradicación, contención y control (**Convention on Biological Diversity - COP, 2000**).

Seis de las 24 especies categorizadas con riesgo de invasión alto se encuentran entre las 18 malezas invasoras más importantes del mundo (**Holm, et al., 1977; Randall, 2017; CABI, 2020**): *Cyperus rotundus* (Cyperaceae), *Cynodon dactylon*, *Eleusine indica*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Echinochloa colona* y *Digitaria sanguinalis* (todas Poaceae). De estas, *C. dactylon* y *R. cochinchinensis*, junto con *Cynodon nlemfuensis* y *Megathyrsus maximus* (ambas Poaceae), hacen parte de las 42 especies confirmadas y registradas con riesgo de invasión alto en Colombia (**Baptiste, et al., 2010**) a partir de un análisis de riesgo de invasión realizado a 84 de las 597 especies de plantas introducidas registradas en Colombia (**Cárdenas, et al., 2010; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2021**).

Otra de las especies analizadas en nuestro estudio y registrada anteriormente con alto riesgo de invasión fue *Momordica charantia* (Cucurbitaceae) (**García-Duque, et al., 2016**). Cabe resaltar que *Thunbergia fragrans*, *Achyranthes aspera*, *Cyathula prostrata*, *Cyanthillium cinereum*, *Eclipta prostrata*, *Alysicarpus vaginalis*, *Syzygium jambos*, *Murdannia nudiflora*, *Lagenaria siceraria*, *Cyperus rotundus*, *Cyperus iria*, *Bothriochloa pertusa*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eleusine indica*, *Urochloa distachya*, *Digitaria bicornis*, *Panicum antidotale*, *Echinochloa colona* y *Digitaria sanguinalis*, analizadas en nuestro estudio, no figuran entre los registros obtenidos hasta la fecha en Colombia, por lo tanto, constituyen nuevos registros de plantas introducidas con alto riesgo de invasión en el departamento y en el país. Estas especies se encuentran reportadas como plantas invasoras en varios países en las regiones tropicales y subtropicales de América y en islas del Caribe y del Pacífico (**CABI, 2020; Tropicos, 2020**).

Syzygium jambos (Myrtaceae), *Eleusine indica* (Poaceae) y *Lagenaria siceraria* (Cucurbitaceae) se habían reportado con riesgo moderado de invasión en Colombia (**Cárdenas, et al., 2010; García-Duque, et al., 2016**). Es posible que esta diferencia con nuestros resultados se deba a una mayor disponibilidad de información sobre ellas en la actualidad, especialmente lo relacionado con nuevos registros como especies introducidas e invasoras en otras partes del mundo (**GBIF, 2021**), y a la dificultad de su control por la resistencia a herbicidas, como es el caso de *E. indica* (**Plaza, et al., 2021**).

De las 24 especies con nivel de riesgo de invasión alto, 12 son de la familia Poaceae, muchos de cuyos taxones son dominantes en una gran variedad de ecosistemas, incluidos los agrícolas (**Biganzoli & Zuloaga, 2015; Randall, 2017**). De las especies invasoras reportadas por **Cárdenas, et al.** (2010, 2011), la mayoría pertenece a las familias Asteraceae, Poaceae y Fabaceae. Por su parte, **García-Duque, et al.** (2016), quienes elaboraron un listado de 243 especies de plantas introducidas y potencialmente invasoras en el altiplano del Oriente Antioqueño, reportaron las familias Fabaceae, Poaceae, Solanaceae y Asteraceae como las más representadas en los diferentes municipios.

Según **Giraldo-Cañas** (2010), la amplia adaptación ecológica que presentan las más de 10.000 especies de Poaceae se debe a las diferencias en su fisiología, bioquímica, anatomía, ultra-estructura y requerimientos ambientales, lo que les otorga un alto potencial de invasión, pues favorece su rápido crecimiento y propagación vegetativa, permitiéndoles colonizar rápidamente nuevas áreas (**Cárdenas, et al., 2011**). La mayoría de las gramíneas reportadas en este estudio con riesgo de invasión alto posee atributos como la capacidad de propagarse vegetativamente por medio de rizomas y estolones y sus semillas, que se producen en gran número, son de tamaño pequeño y fáciles de dispersar por el viento y los animales y que, además, pueden aumentar su viabilidad en nuevos sitios de colonización, lo que sumado a la vía fotosintética C4 que presentan, favorece su invasividad (**Giraldo-Cañas & Baptiste, 2017**).

Por su parte las Asteraceae, representadas en este estudio por dos especies con nivel de riesgo de invasión alto (*Cyanthilium cinereum* y *Eclipta prostrata*) y dos con riesgo moderado (*Emilia coccinea* y *E. sonchifolia*), se caracterizan por su amplia distribución a nivel global y su presencia en varios sistemas productivos (**Al Farishy & Salamah, 2021**).

Las especies de esta familia tienen una tasa de crecimiento foliar rápido, incluso en condiciones de sequía, producen gran cantidad de semillas que se dispersan por diferentes mecanismos, lo que las convierte en plantas problema (**Sosa-Madrado, et al., 2011**). De hecho, actualmente *C. cinereum* se considera invasora en muchas islas del océano Pacífico, Nueva Zelanda, Singapur, Costa Rica, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Islas Galápagos, Cuba, Puerto Rico y las Islas Vírgenes, y *E. prostrata* se señala como maleza problemática en varios cultivos (**CABI, 2020**).

En el caso de la familia Cyperaceae, representada en este estudio por las especies *Cyperus rotundus* y *C. iria*, de alto nivel de riesgo de invasión, se caracteriza porque varias de sus especies son nocivas, ya que pueden crecer en diversos entornos y competir con los cultivos (**Tajkia, et al., 2018**). *C. rotundus* ha sido considerada como la maleza número uno entre las peores del mundo y ha sido reportada en más de 90 países donde crece rápidamente e infesta más de 50 cultivos diferentes (**Holm, et al., 1977**).

Se destaca la presencia de *M. nudiflora* (Commelinaceae), que ha sido reportada como la cuarta con mayor índice de importancia y muy frecuente en las plantaciones de banano del Magdalena (**Quintero-Pertuz, et al., 2021**). La capacidad de *M. nudiflora* de propagarse por semillas y vegetativamente le confiere características de planta invasora; de hecho, se cataloga como una maleza muy competitiva que puede invadir espacios abiertos en tierras agrícolas y no agrícolas, y crece formando rodales densos que sofocan todas las demás especies de plantas, incluidas las nativas (**CABI, 2020**).

Aunque las especies categorizadas con riesgo alto de invasión requieren mayor atención, no se debe descuidar a las categorizadas con riesgo moderado, como *E. coccinea*, *E. sonchifolia* (Asteraceae) y *Eragrostis tenella* (Poaceae), debido a que pueden naturalizarse en la zona y competir con especies nativas. Por ejemplo, *E. coccinea* se comporta como una maleza ambiental y agrícola que por su ritmo de crecimiento tiene el potencial de colonizar rápidamente áreas alteradas, terrenos baldíos, jardines, bordes de bosques, pastos, tierras cultivadas activas y abandonadas, bordes de caminos, matorrales secos y riberas de ríos; está adaptada para crecer en una amplia gama de condiciones ambientales y tiene semillas que son dispersadas por el viento, características que pueden facilitar su propagación a nuevos hábitats; de hecho, está catalogada como invasora en Hawái,

República Dominicana y Nueva Caledonia (**Rojas-Sandoval, 2020**). Por su parte, *E. sonchifolia* es maleza en varios cultivos y se ha demostrado que reduce los rendimientos y actúa como reservorio de patógenos de los cultivos; actualmente está catalogada como invasora en India, México, Brasil, Paraguay, Costa Rica, Galápagos, Puerto Rico, Islas Vírgenes, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Madeira, Hawái y en muchas otras islas del océano Pacífico (**Rojas-Sandoval, 2018**).

Es muy probable que la introducción de las especies exóticas en la zona de estudio sea intencional, producto de actividades humanas como la ganadería y la agricultura, que representan las principales fuentes de ingresos para la región (**Lombana, et al., 2012**). La ganadería bovina tradicional en el Magdalena, que se ha desarrollado en las zonas centro y norte del departamento (**Gobernación del Magdalena, 2019**), explicaría la presencia de un mayor número de especies de gramíneas introducidas por su uso como pasto y forraje; entre estas se destacan *B. pertusa* (Colosua), *C. nlemfuensis* (Estrella) y *M. maximus* (Guinea o India) como las predominantes en los potreros de la región (**Piñeros & Mora, 2014; DANE, 2020**), de donde probablemente se filtraron a las plantaciones de banano.

El hecho de que el mayor número de especies introducidas sean gramíneas concuerda con lo reportado en diferentes países donde la introducción se ha efectuado con el objetivo comercial de producir forraje o crear campos deportivos, entre otros (**Mathews, 2005; Giraldo-Cañas, 2010; Biganzoli & Zuloaga, 2015**).

Según **Linder, et al. (2017)**, las gramíneas pueden desplazar de su hábitat natural a otras especies menos competitivas, lo cual resulta de la combinación de una dispersión eficaz a larga distancia, una biología de establecimiento eficaz, flexibilidad ecológica, resistencia a las perturbaciones y la capacidad de modificar los entornos cambiando regímenes de incendios y la herbivoría, por lo que sus poblaciones en un agroecosistema deben ser monitoreadas.

Se pudo determinar que los criterios que más contribuyeron al nivel de riesgo de la mayoría de las especies evaluadas fueron los relacionados con el riesgo de establecimiento o invasión. Este factor contempla características de la especie asociadas con antecedentes de invasión, ajuste climático, amplitud ecológica, capacidad de establecimiento, velocidad de crecimiento y maduración, reproducción vegetativa, producción de semillas y dispersión. Según **Zimdahl & Brown (2013)**, estas son características de especies invasoras exitosas que les permiten extenderse a nuevas áreas y superar la vegetación nativa. En este sentido, se debe evaluar la distribución potencial de las especies con alto riesgo de invasión para determinar los ambientes donde pueden estar presentes y en los que posiblemente estarán en el futuro en el Magdalena, así como determinar su presencia en los ecosistemas aledaños al cultivo para corroborar su condición invasora, lo que sería un insumo clave para alertas tempranas.

Conclusiones

Estos resultados brindan información local sobre el nivel de riesgo de invasión de malezas introducidas asociadas a las plantaciones bananeras que puede ser útil para definir planes de manejo integrado como estrategia fundamental para la prevención y monitoreo de las especies con riesgo alto de invasión aquí reportadas y evitar su distribución y su impacto tanto en las plantaciones de banano como en otros ecosistemas del departamento, es decir, su conversión en malezas ambientales. Se sugiere, como medida preventiva, hacer el análisis de riesgo de especies naturalizadas y nativas trasplantadas, ya que hay algunas que han sido reportadas a nivel mundial como invasoras.

Agradecimientos

A Gilberto Orozco, al grupo de investigación en fitotecnia del trópico y al personal del Herbario UTMC de la Universidad del Magdalena, por su colaboración, y a los evaluadores anónimos, por sus contribuciones al mejoramiento del manuscrito.

Contribución de los autores

KEP, IQP, ECD: participaron en la conceptualización de la investigación, la revisión bibliográfica, el tratamiento de la información y la escritura del manuscrito.

Conflicto de intereses

Ninguno que declarar

Referencias

- Al Farishy, D.D. & Salamah, A.** (2021). Asteraceae Diversity and A New Record For Java at Citalahab Village, Gunung Halimun-Salak National Park. *Jurnal Biologi Tropis* **21** (2): 383-392. <https://doi.org/10.29303/jbt.v21i2.2619>.
- Alvear, M., Ocampo, G., Parra-O, C., Carbonó, E., Almeda, F.** (2015). Melastomataceae of the Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): Floristic affinities and annotated catalogue. *Phytotaxa*. **195** (1): 1-30. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.195.1.1>
- Andrade, G.I. & Castro, L.G.** (2012). Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia, invitación a una interpretación socioecológica. *Ambiente y Desarrollo*. **16** (30): 53-71. <http://hdl.handle.net/10554/22780>
- APG IV – The Angiosperm Phylogeny Group.** (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV, *Bot. J. Linn.* **181** (1): 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- AUGURA - Asociación de Bananeros de Colombia.** (2020). Coyuntura bananera 2020. Fecha de consulta: entre junio y diciembre de 2020. Disponible en: <https://augura.com.co/biblioteca-digital/>
- Baptiste, M., Castaño, N., Cárdenas, D., Gutiérrez, F., Gil, D., Lasso, C.** (Editores) (2010). Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 200 p.
- Bentivegna, D. & Fernández, O.** (2010). Malezas invasoras: estrategias para una determinación y manejo apropiados. *AgroUNS*. **7** (13): 5-7. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/16987>
- Bernal, R., Gradstein, S. R., Celis, M.** (2019). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Fecha de consulta: entre junio y diciembre de 2020. Disponible en: <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Biganzoli, F. & Zuloaga, F.** (2015). Análisis de diversidad de la familia Poaceae en la región austral de América del Sur. *Rodriguésia*. **66** (2): 337-351. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566205>
- Capdevila-Argüelles, L., Iglesias-García, A., Orueta, J.F., Zilletti, B.** (2006). Especies Exóticas Invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. Ministerio de Medio Ambiente, España. <https://www.researchgate.net/publication/257966848>
- Cárdenas, D., Castaño, N., Cárdenas-Toro, J.** (2010). Análisis de riesgo de especies de plantas introducidas para Colombia. En Baptiste, M., Castaño, N., Cárdenas, D., Gutiérrez, F., Gil, D., Lasso, C. (Eds.). Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. (51-71). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Cárdenas, D., Castaño, N., Cárdenas-Toro, J.** (2011). Plantas introducidas, establecidas e invasoras en Amazonia colombiana. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –Sinchi. 154 p.
- Cárdenas, D., Baptiste, M., Castaño, N.** (2017). Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 295 p.
- CABI - Centre for Agricultural Bioscience International.** (2020). Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. Fecha de consulta: entre junio y diciembre de 2020. Disponible en: <http://www.cabi.org/isc>
- Convention on Biological Diversity- COP.** (2000). Principios de orientación para la prevención, introducción y mitigación de impactos de especies exóticas que amenazan los ecosistemas, los hábitats o las especies (ANEXO). En: COP 6 Decisión VI/23, Especies exóticas que amenazan a los ecosistemas, los hábitats o las especies. Fecha de consulta: septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=7197>
- CORPAMAG - Corporación Autónoma Regional del Magdalena.** (2013). Plan de Gestión Ambiental Regional - PGAR 2013 – 2027. Fecha de consulta: septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.corpamag.gov.co/archivos/planes/PGAR%20CORPAMAG%202013-2027.pdf>

- Courchamp, F., Fournier, A., Bellard, C., Bertelsmeier, C., Bonnaud, E., Jeschke, JM., Russell, J.C.** (2017). Invasion Biology: Specific Problems and Possible Solutions. *Trends in Ecology & Evolution*. **32** (1): 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.11.001>
- DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística.** (2020). Encuesta Nacional Agropecuaria - ENA 2019. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena#anexos>, accedida septiembre de 2021
- Early, R., Bradley, B., Dukes, J., Lawler, J., Olden, J., Blumenthal, D., González, P., Grosholz, E., Ibáñez, I., Miller, L., Sorte, S., Tatem, A.** (2016). Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nat. Commun.* **7**: 12485. <https://doi.org/10.1038/ncomms12485>
- García-Duque, J.J., Franco, M.C., Cardona, D.E., Quijano-Abril, M.A.** (2016). Categorización y análisis de la distribución de especies introducidas, establecidas e invasoras en el altiplano del Oriente Antioqueño. En Quijano, M. (Ed.), *Flora del Oriente Antioqueño Biodiversidad, Ecología y Estrategias de conservación* (109-136). Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Fondo Editorial Universidad Católica de Oriente. 266 p.
- Gardener, M., Bustamante, R., Herrera, I., Durigan, G., Pivello, V., Moro, M., Stoll, A., Langdon, B., Baruch, Z., Rico, A., Arredondo-Núñez, A., Flores, S.** (2012). Plant invasions research in Latin America: fast track to a more focused agenda. *Plant Ecology & Diversity*. **5** (2): 225-232. <https://doi.org/10.1080/17550874.2011.604800>
- GBIF: The Global Biodiversity Information Facility.** (2021). *Plantae* in Baptiste, *et al.* (2020). Global Register of Introduced and Invasive Species - Colombia. Version 1.5. Invasive Species Specialist Group ISSG. Checklist dataset. <https://doi.org/10.15468/yznr8v>
- Giraldo-Cañas, D.** (2010). Distribución e invasión de gramíneas C3 y C4 (Poaceae) en un gradiente altitudinal de los Andes de Colombia. *Caldasia*. **32** (1): 65-86.
- Giraldo-Cañas, D. & Baptiste, M. P.** (2017). Fichas de especies exóticas de alto riesgo de invasión. Familia Poaceae. En Cárdenas-López, D., Baptiste, M., Castaño, N. (Eds.). *Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia*. (150-214). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Gobernación del Magdalena.** (2019). Plan Departamental de Extensión Agropecuaria del Magdalena. Fecha de consulta: septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/PDEA%27s%20Aprobados/PDEA%20Magdalena.pdf>
- Gutiérrez, F.** (2006). Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 158 p.
- Hapca, A.** (2011). Invasive Plant Species, the Enemy of Biodiversity. *Bulletin UASVM Horticulture*. **68** (1): 317-320. <https://www.cabi.org/isc/FullTextPDF/2012/20123003790.pdf>
- Holm, L., Plucknett, D., Pancho, J., Herberger, J.** (1977). *The world's worst weeds. Distribution and biology*. Hawaii: University Press of Hawaii, 610 pp.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.** (2021). Las 35 plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia. Instituto Humboldt. Boletín de prensa. <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1108-35-plantas-exoticas-invasion-colombia#>
- Kleunen, M., Dawson, W., Essl, F., Pergl, J., Winter, M., Weber, E., Kreft, H., Weigelt, P., Kartesz, J., Nishino, M., Antonova, L., Barcelona, J., Cabezas, F., Cardenas, D., Cardenas-Toro, J., Castaño, N., Chacon, E., Chatelain, C., Ebel, A., Figueiredo, E., Fuentes, N., Groom, Q., Henderson, L., Inderjit, Kupriyanov, A., Masciadri, S., Meerman, J., Morozova, O., Moser, D., Nickrent, D., Patzelt, A., Pelsner, P., Baptiste, M., Poopath, M., Schulze, M., Seebens, H., Shu, W., Thomas, J., Velayos, M., Wieringa, J., Pyšek, P.** (2015). Global exchange and accumulation of non-native plants. *Nature*. **525** (7567):100- 103. <https://doi.org/10.1038/nature14910>
- IPBES.** (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Version 1). Zenodo. Fecha de consulta: septiembre de 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831674>
- Kumschick, S., Bacher, S., Evans, T., Marková, Z., Pergl, J., Pyšek, P., Vaes-Petignat, S., van der Veer, G. Vilà, M., Nentwig, W.** (2015). Comparing impacts of alien plants and animals in Europe using a standard scoring system. *Journal of Applied Ecology*. **52**: 552-561. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12427>

- Linder, H.P., Lehmann, C.E.R., Archibald, S., Osborne, C., Richardson, D.** (2017). Global grass (Poaceae) success underpinned by traits facilitating colonization, persistence and habitat transformation. *Biological Reviews*. **93** (2): 1125-1144. <https://doi.org/10.1111/brv.12388>
- Lombana, J., Martínez, D., Valverde, M., Rubio, J., Castrillón, J., Marino, W.** (2012). Caracterización del sector ganadero del Caribe colombiano. Barranquilla, Colombia: Editorial Universidad del Norte. 62 p.
- Mathews, S.** (2005). Sudamérica Invadida: el creciente peligro de las especies exóticas invasoras. Programa Mundial sobre Especies Invasoras (GISP), 80 pp.
- Millennium Ecosystem Assessment.** (2005). Ecosystems and human well-being: current state and trends. Washington, DC: Island Press. Millennium Ecosystem Assessment Series, vol. 1. 815 p.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT.** (2010). Resolución 0207 del 3 de febrero de 2010. Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones. 7 pp.
- O'Reilly-Nugent, A., Palit, R., Lopez-Aldana A., Medina-Romero M., Wandrag, E., Duncan, R.** (2016). Landscape Effects on the Spread of Invasive Species. *Curr. Landscape Ecol. Rep.* **1**: 107-114. <https://doi.org/10.1007/s40823-016-0012-y>
- Piñeros, R. & Mora, J.** (2014). *Bothriochloa* sp.: una gramínea con potencial forrajero para pasturas del trópico seco. En: Mora, J., Castañeda, R., Piñeros, R. (Eds.), Paisajes, pasturas y pastos: métodos para determinar cantidad y calidad (53-72). Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima.
- Plaza, G., Hoyos, V., Vázquez-García, J.G., Alcántara-de la Cruz, R., De Prado, R.** (2021). First Case of Multiple Resistance to EPSPS and PSI in *Eleusine indica* (L.) Gaertn. collected in Rice and Herbicide-Resistant Crops in Colombia. *Agronomy*. **11**: 96. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010096>
- Poggio, S. L.** (2012). Cambios florísticos en comunidades de malezas: un marco conceptual basado en reglas de ensamblaje. *Ecología Austral*. **22** (2):150-158.
- Quintero-Pertuz, I., Carbonó-Delaho, E., Jarma-Orozco, A.** (2020). Weeds Associated with Banana Crops in Magdalena Department, Colombia. *Planta Daninha*. **38**: 1-13. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100015>
- Quintero-Pertuz, I., Carbonó-Delaho, E. C., Hoyos Castaño, V., Jarma-Orozco, A. D. J., Plaza, G.** (2021). Fitosociología de malezas en plantaciones bananeras en el departamento del Magdalena, Colombia. *Caldasia*. **43** (1): 80-93. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n1.83554>
- Randall, R. P.** (2017). A Global Compendium of Weeds. 3rd Edition. Perth, Western, Australia: R.G. and F.J. Richardson Meredith Australia. 3654 p.
- Rojas-Sandoval, J.** (2018). *Emilia sonchifolia* (red tassel flower). Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CABI. <https://doi.org/10.1079/ISC.20833.20203483219>
- Rojas-Sandoval, J.** (2020). *Emilia coccinea* (scarlet tassel flower). Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CABI. <https://doi.org/10.1079/ISC.120120.20203482737>
- Russell, J.C. & Blackburn, T.M.** (2017). Invasive Alien Species: Denialism, Disagreement, Definitions, and Dialogue. *Trends Ecol. Evol.* **32** (5): 312-314. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.02.005>
- Sosa-Madrado, M., Ortega-Meseguer, I., Díaz-Peña, M., Castellanos-González, L.** (2011). Identificación de malezas invasoras en los cultivos en los municipios Lajas, Cruces y Palmira. Universidad de Cienfuegos, Cuba. 67 pp.
- Tajkia, J. E., Sagar, A., Golam Sarwar, A.K.M.** (2018). Reassessment of cyperaceous weed biodiversity at Bangladesh Agricultural University campus. *J. Bangladesh Agril. Univ.* **16** (2): 221-226. <https://doi.org/10.3329/jbau.v16i2.37964>
- Tropicos.org.** (2020). Missouri Botanical Garden. Fecha de consulta: entre marzo y diciembre de 2020. Disponible en: <http://www.tropicos.org>
- Weber, E.** (2003). Invasive Plant Species of the World: A Reference Guide to Environmental Weeds. CABI, Wallingford, UK, 548 pp.
- White, M., Cheal, D., Carr, G. W., Adair, R., Blood, K., Meagher, D.** (2018). Advisory list of environmental weeds in Victoria. Arthur Rylah Institute for Environmental Research Technical Report Series No. 287. Department of Environment, Land, Water and Planning, Heidelberg, Victoria.
- Zalba, S. & Ziller, S.** (2008). Herramientas de prevención de invasiones biológicas de I3N: Manual de uso. Invasive Information Network (I3N). The Nature Conservancy, Florianópolis. https://sib.gob.ar/archivos/I3N_ManualHerramientasdePrevenciondeInvasiones.pdf
- Zimdahl, R. & Brown, C.** (2013). Invasive Plants. In: Zimdahl, R. (Ed.), *Fundamentals of weed science* (4 ed. 191-227 p.). Elsevier Inc. London.