

# Algunas malezas que afectan cultivos en Venezuela

**Aída Ortiz**

Instituto de Agronomía. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Apdo. 4579, Maracay 2101, Aragua, Venezuela.

## RESUMEN

Las malezas son un freno biológico para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, causándoles grandes mermas de la producción, encareciendo los costos de producción, afectando la calidad de las cosechas, hospedando plagas y disminuyendo el valor de la tierra. Se caracterizaron, por su importancia económica, seis malezas que afectan los cultivos que se siembran en Venezuela, ellas son: *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Oryza* spp., *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton, *Eleusine indica* (L.) Gaertn, *Cyperus rotundus* L. y *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. En la descripción de cada una de estas malezas se consideraron aspectos de su biología y ecología que se requieren para su manejo. Se incluyeron diferentes métodos de control, prevaleciendo el control químico debido a que es el más utilizado en el mundo y resaltando los casos de accesiones en cada especie que han evolucionado en resistencia a herbicidas. La identificación morfológica y taxonómica de las especies que emerjan del banco de semillas del suelo es importante para seleccionar el herbicida que en su etiqueta de recomendaciones que se debe usar para su control. Conocer la selectividad de los cultivos a herbicidas es importante a considerar en los planes del manejo de malezas, se buscan dos cosas con el control químico, la primera que haya eficacia del control (>80%) y baja fitotoxicidad en el cultivo (<1%). El control temprano de malezas es la base del éxito de su manejo. Es necesario que se incluyan estas malezas en el programa de seguimiento y vigilancia, así como establecer alianzas con grupos de investigación de la ciencia de las malezas y uso de tecnología TICs para enriquecer el conocimiento, aportar soluciones y evitar problemas futuros.

**Palabras clave:** Biología, control químico, ecología, malas hierbas, taxonomía.

---

\*Autor de correspondencia: Aida Ortiz

E-mail: aidaortizd@gmail.com

## Some weeds affecting crops in Venezuela

### ABSTRACT

Weeds are a biological brake for the growth and development of crops, causing great production losses, increasing production costs, affecting crop quality, hosting pests and decreasing the value of the land. Six weeds that affect crops grown in Venezuela were characterized for their economic importance: *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Oryza* spp, *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton, *Eleusine indica* (L.) Gaertn and *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. In the description of each of these weeds, aspects of their biology and ecology required for their management were considered. Different control methods were included, prevailing chemical control because it is the most used in the world and highlighting the cases of accessions in each species that have evolved resistance to herbicides. The morphological and taxonomic identification of the species that emerge from the soil seed bank is important to select the herbicide that in its label of recommendations to be used for its control. Knowing the selectivity of crops to herbicides is important to consider in weed management plans, two things are sought with chemical control, the first is that there is control efficacy (>80%) and low phytotoxicity in the crop (<1%). Early weed control is the basis for successful weed management. It is necessary to include these weeds in the monitoring and surveillance program, as well as to establish alliances with research groups in weed science and the use of ICT technology to enrich knowledge, provide solutions and avoid future problems.

**Key words:** Biology, chemical control, ecology, weeds, taxonomy.

### INTRODUCCIÓN

En la producción agrícola hay factores ambientales, políticos-económicos, saberes, plagas, disponibilidad de insumos, tecnología, maquinaria, entre otros, que modulan la expresión del rendimiento de los cultivos. Las plagas afectan directa o indirectamente el rendimiento de los cultivos, entre ellas se pueden citar a las malezas, artrópodos, patógenos (virus, bacterias y hongos), aves y roedores, entre otras.

Las malezas, según el criterio humano, son plantas que están en un lugar donde no se desea su presencia. En los cultivos, representan un freno biológico para su crecimiento y desarrollo, pueden producir daños directos (reducción del rendimiento por interferencia) o indirectos (ser hospedantes de plagas, afectar la cosecha, molinería de granos, costos sociales al agricultor por el tiempo dedicado al deshierbe manual o disminución del valor de la tierra) (Tascón y Fischer, 1997).

La interferencia que ocasionan las malezas podría ser por competencia o alelopatía (efecto adverso expresado por aquellas plantas de una comunidad que deben sostenerse con recursos limitados), alelopatía (es un tipo de amensalismo que ocurre cuando ha existido una liberación de cierta sustancia tóxica por parte de la especie no afectada) o parasitismo (es una interacción en la cual el parásito consume sólo una parte del huésped, generalmente a largo plazo) (Radosевич *et al.*, 2007).

Las malezas se han clasificado siguiendo varios criterios, como el botánico donde se consideran las

relaciones taxonómicas (jerárquico), ciclo de vida (anuales, bianuales y perennes), hábitat (terrestres o acuáticas), fisiología (metabolismo fotosintético, 14 de las 18 peores malezas del mundo son  $C_4$ ), fotoperiodo, grado de nocividad (término legal que se refiere a las especies de plantas capaces de convertirse en perjudiciales, destructivas o difíciles de controlar), comportamiento ecológico relacionado con la invasión, estrategias evolutivas relacionadas con la distribución del carbono (tolerantes a estreses) y una escala según el método de control que considera a dicotiledóneas como el grupo de hoja ancha, monocotiledóneas diferenciadas en gramíneas, ciperáceas, commelináceas y acuáticas (Holm *et al.*, 1997; Radosevich *et al.*, 2007)

La clasificación por ciclo de vida es muy importante para definir el grado de dificultad del control de malezas. Por su ciclo de vida, pueden clasificarse en anuales (completan su ciclo de vida desde plántula a semilla en un año o menos), bianuales o bienales (para que formen semillas, necesitan dos estaciones) y perennes (son plantas cuyas estructuras vegetativas viven muchos años). Las plantas herbáceas perennes pasan la estación desfavorable como bulbos, rizomas, tubérculos o raíces con latencia bajo tierra y en las leñosas las partes aéreas sobreviven, pero normalmente detienen su crecimiento durante la estación desfavorable (López, 2015).

Los métodos de control de malezas son variados, se dividen en físicos (mecánico, manual), biológicos, culturales y químicos, este último el más usado en el país. Cuando se utilizan herbicidas se debe evitar la evolución de la resistencia de malezas a herbicidas. Entre las medidas de prevención se tienen la rotación de herbicidas con diferentes mecanismos de acción, usar mezclas con herbicidas, rotar con otros cultivos, dejar los lotes de siembra en barbecho y hacer falsas siembras. En cada especie de maleza que se describe en este documento se consideran los métodos de control que se utilizan para su manejo.

Herbicida es aquella sustancia que afecta el crecimiento de la maleza hasta ocasionar su muerte. Éstos deben ser selectivos a los cultivos, es decir deben afectar a las malezas, pero no al cultivo. Actualmente, los herbicidas se han clasificado por sus mecanismos de acción en 34 grupos (Heap, 2021). El mecanismo de acción es el sitio bioquímico o fisiológico donde actúa el herbicida para desencadenar los daños progresivos hasta alcanzar la muerte de las malezas. El modo de acción son todos los eventos que ocurren desde que el herbicida es absorbido, transportado al sitio de acción, ocurre la respuesta bioquímica, la maleza muestra los síntomas y la planta muere (alteración molecular).

Este documento provee una descripción de las características de seis malezas de importancia en los cultivos que se siembran en Venezuela, para ayudar con su identificación y manejo.

## MONOCOTILEDÓNEAS

### Paja Jonhson

*Sorghum halepense* (L.) Pers.

**Familia:** Poaceae

**Código EPPO:** SORHA

**Sinónimos:** *Holcus halepensis* L.; *Sorghum miliaceum* (Roxb.) Snowden (USDA-NRCS, 2020).

**Otros nombres comunes:** Sorgo de Alepo; pasto Johnson; cañota; curacaosche; Don Carlos; pasto honda; sorgo maleza y zacate Johnson (Parker, 2019).

**Nombres comunes en inglés:** Johnsongrass (USDA-NRCS, 2021), Aleppo grass, Arabian millet, Egyptian millet, evergreen millet, false guinea, Morocco millet y Syrian grass (Parker, 2019).

### Clasificación taxonómica

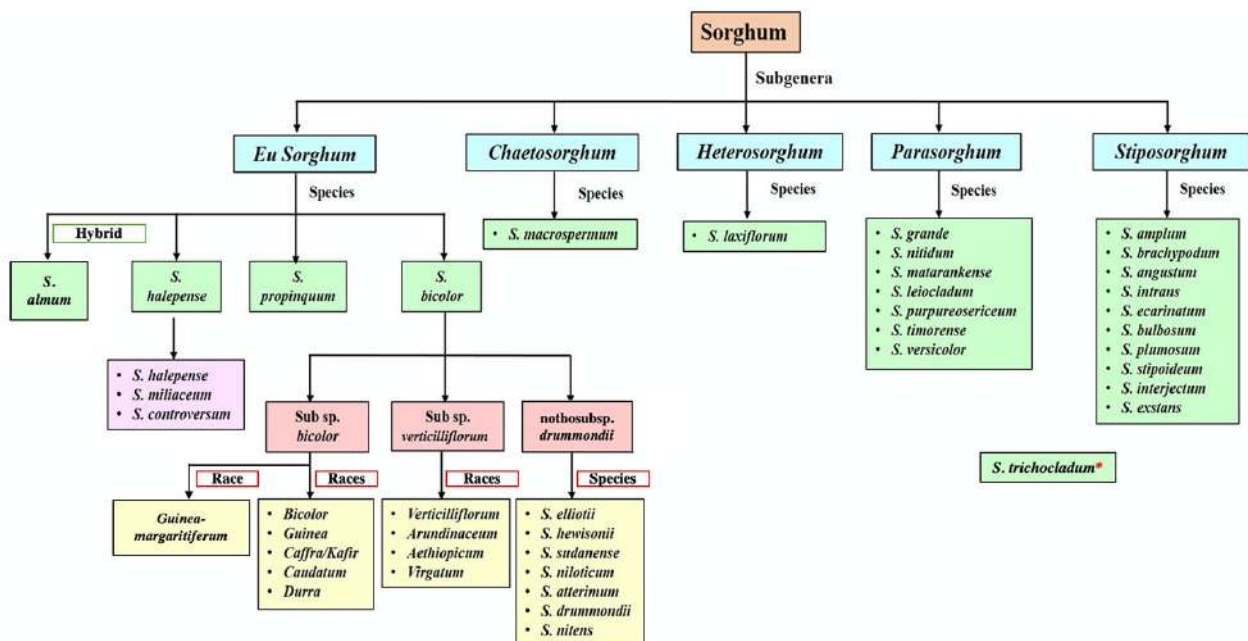
La Paja Johnson pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Liliopsida, orden Cyperales, familia Poaceae, tribu Andropogoneae, subtribu Sorghinae y género Sorghum. Actualmente, se reconocen cinco subgéneros de Sorghum: Eu Sorghum, Chaetosorghum, Heterosorghum, Parasorghum y Stiposorghum, basados en caracteres morfológicos. En la clasificación actualmente aceptada, Eu Sorghum tiene tres especies, *Sorghum bicolor*, *Sorghum propinquum*, *Sorghum halepense* y una especie híbrida llamada *Sorghum* × *almum* Parodi (Figura 1) (Ananda *et al.*, 2020).

### Cultivos que afecta

Maíz (*Zea mays* L.), sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], caña de azúcar (*Saccharum* spp.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), frijol [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], soya [*Glycine max* (L.) Merrill], hortalizas, frutales, entre otros.

### Descripción del daño

El *S. halepense* proveniente de rizomas reduce más el rendimiento del maíz (88%) que cuando se origina de semillas (57%) (Mitskas *et al.*, 2003). Se puede cultivar para forraje y puede ser tóxica para el pastoreo, es de riesgo de incendio durante la época de sequía, causa exclusión competitiva de



**Figura 1.** Clasificación del género Sorghum (Ananda *et al.*, 2020)

otras plantas en las comunidades reduciendo la diversidad de especies nativas (Pál, 2004; Rout *et al.*, 2013), reduce la fertilidad del suelo, actúa como huésped para los patógenos de cultivos y es un alérgeno conocido (Parker, 2019). La Paja Johnson es hospedante de patógenos importante en el cultivo de maíz como el virus enanizante (Malaguti, 2000) y la falsa punta loca [*Peronosclerospora sorghi* (Weston & Uppal)] (Laughlin, 2016). Asimismo, la Paja Johnson es una maleza alelopática que reduce el crecimiento del cultivo de maíz debido a los exudados que expelen sus raíces, que puede reducir hasta un 64% del rendimiento (Torma y Bereczki-Kovács, 2004; Vasilakoglou *et al.*, 2005).

## Biología

*S. halepense* es una planta perenne con metabolismo  $C_4$  y una maleza gramínea que se propaga por semillas y rizomas. Es autógama con 6 a 8% de alogamia (Parker, 2019; Leguizamón, 2019), es un alotetraploide ( $n = 10$ ,  $2n = 40$ ) (Celarier, 1958), puede hibridarse con el sorgo cultivado diploide (*Sorghum bicolor* (L.) Moench,  $2n = 20$ ), cuyas progenies suelen ser triploide ( $3n$ ) estériles que serán malezas en cultivos posteriores. *S. halepense* es considerado como una de las principales malezas del mundo (Holm *et al.*, 1979).

Se cree que *S. halepense* se formó por la hibridación de *S. bicolor* x *S. propinquum*. La propagación de *S. halepense* puede haber sido facilitado por la introgresión del sorgo cultivado estrechamente relacionado cerca de los loci genéticos que afectan el desarrollo del rizoma, el tamaño de la semilla y los niveles de luteína (protector fotoquímico y precursor del ácido abscísico). Los rizomas de *S. halepense* son más extensos que los de su progenitor rizomatoso *S. propinquum*. El primer poliploide sobreviviente de este cruce se cree ocurrió aproximadamente hace 96 millones de años, su distribución post-colombina en seis continentes indica una rica diversidad genética (Paterson *et al.*, 2020).

## Origen y distribución

*S. halepense* se ha extendido desde su centro de origen en Asia Occidental a gran parte de Asia, África, Europa, América del Norte y del Sur y Australia (Monaghan, 1979); fue introducido intencionalmente como forraje en EUA. (McWhorter, 1971), donde se naturalizó y se ha extendido por gran parte de América del Norte, en hábitats agrícolas y otras áreas (Sezen *et al.*, 2016). Su llegada a Venezuela pudo haber sido con la semilla de arroz importada desde EE.UU. cuando comenzó el programa de arroz en Portuguesa en la década de los 50s; desde allí se ha dispersado en la mayoría de los estados del país.

## Distribución a nivel nacional

Aragua, Apure, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Distrito Federal, Guárico, Mérida, Miranda, Monagas, Portuguesa, Sucre y Táchira

## Características de la planta adulta

### Tallo

Los tallos de *S. halepense* están formados por rizomas y macollos erectos (huecos). Los culmos surgen de las yemas de rizomas y en menor proporción de las semillas. Los rizomas son tallos subterráneos, de hasta 2 cm de diámetro, con entrenudos de longitudes variables, de color blanco-cremoso, poseen una yema en cada nudo cubierta por una catáfila parda que se prolonga hacia el

entrenado. Los rizomas representan aproximadamente el 70% del peso seco de la planta (Oyer *et al.*, 1959) y son un vínculo clave entre la morfología y la ecología de *S. halepense*, su crecimiento extenso está relacionado con su capacidad de sobrevivir a las estaciones secas tropicales y frías en los países templados (Paterson *et al.*, 2020).

Los macollos que producen panículas son no ramificados, pueden medir de 0,5-3,0 m de altura y 0,5-2,0 cm de diámetro (Marzocca, 1993; Calderón-Rzedowski y Rzedowski, 2001; Parker, 2019). Una planta aislada puede producir 15 o más macollos, la cantidad de culmos está influenciada por la densidad de plantas (Leguizamón, 2019).

La corona es la parte del tallo ubicada inmediatamente por debajo de la superficie del suelo, a partir de la cual se originan los nuevos macollos y rizomas, presentando yemas que muestran conexiones vasculares en diferente nivel de madurez o desarrollo de los haces vasculares principales (llamados yemas silépticas). La corona quizás puede tener mayor longevidad en el suelo que los rizomas y puede ser fuente de dispersión cuando quedan en la maquinaria agrícola (Esau, 1965; Leguizamón, 2019).

### **Raíz**

El sistema radical fibroso se ramifica libremente a profundidades que puede alcanzar hasta 1,2 m, se originan de los nudos de los rizomas y tallos (Parker, 2019), representan el 10 % de la biomasa subterránea de la planta (Leguizamón, 2003).

### **Hoja**

Las láminas foliares son glabras, de 20-60 cm de largo, 1,0-3,3 cm de ancho y tienen nervios centrales prominentes. Las vainas son glabras, acanaladas, con márgenes abiertos, con lígula membranosa de ribete piloso (2-5 mm de largo) y no poseen aurículas (Marocca, 1993; Calderón-Rzedowski y Rzedowski, 2001; Leguizamón, 2019; Parker, 2019).

### **Inflorescencia**

La inflorescencia es una panícula de color verde pálido a púrpura, pubescente, Piramidal, ramificadas, de 15-50 cm de largo. Las ramas primarias miden hasta 25 cm de largo, generalmente sin espiguillas en los 2-5 cm de la base. Las espiguillas generalmente están en pares, pero hacia la parte superior de la inflorescencia ocurren en tres, una espiguilla de cada par o triplete es sétil y perfecta (con estambres y un estigma), las otras son acechadas y estériles o solo llevan estambres. Las espiguillas fértiles son ovoides, hirsutas, de 4,5-5,5 mm de largo; con aristas presentes con 1-2 cm de largo y curvas. Las espiguillas acechadas son más angostas, de 5-7 mm de largo (Monaghan, 1979; Parker, 2019). Las flores se abren desde la base hasta la parte superior en un patrón ascendente (Peerzada, 2017).

### **Fruto**

El cariopsis permanece encerrado en las glumas. El grano tiene dimensiones de 4-6,6 mm de largo, 2-2,6 mm de ancho. Las glumas son de color marrón rojizo a negro brillante (Parker, 2019). El número de cariopsis por panoja varía desde 180 a 350, dependiendo del biotipo y las condiciones de formación de la panoja (Leguizamón, 2019), una planta aislada sin competencia podría producir

hasta 28 000 semillas (Horowitz, 1972). Se ha estimado un desgrane de 75% de las semillas antes de que las plantas finalicen su ciclo (Leguizamón, 2019)

## Propagación

La reproducción de la Paja Johnson es por semillas y rizomas. La producción de semillas tiene el mayor potencial para el establecimiento y propagación de *S. halepense* (Warwick, 1983), ya que forma, a largo plazo, un banco de semillas en el suelo. Sin embargo, las plantas que emergen de los rizomas tienen mayores tasas de crecimiento, incluso cuando están estresadas y, como resultado, estas plantas son más competitivas en comparación con las plántulas (Acciaresi *et al.*, 2010).

## Reproducción sexual

La dispersión de las diásporas de la Paja Johnson se puede realizar a través de semillas de cultivos contaminadas, viento, agua, heno, movimiento de ganado, aves y maquinaria agrícola (Monaghan, 1979). Sus semillas tienen alta latencia (Monaghan, 1979; Leguizamón, 2019), estimándose que pueden permanecer viables en el suelo durante al menos 7 años (Leguizamón, 2003; Uremis y Uygur, 2009), pueden emerger desde los 7 a 15 cm de profundidad del suelo y seguir siendo viables después de pasar por el tracto digestivo de los animales (Holm *et al.*, 1979).

La latencia de las semillas de *S. halepense* puede ser física, debido a la restricción mecánica de la cubierta de la semilla, que contiene compuestos de taninos que reducen la permeabilidad al agua. Adicionalmente, está la latencia impuesta por sustancias químicas presentes fuera o dentro del embrión (Hamada *et al.*, 1993). La latencia interactúa fuertemente con la temperatura, humedad y luz; por ejemplo, la exposición de semillas a altas temperaturas y regímenes de luz son eficaces para romper la latencia de las semillas de la Paja Johnson (Singh y Singh, 2009).

## Reproducción asexual

La Paja Johnson se puede reproducir vegetativamente a través de una extensa red de rizomas (Warwick, 1983). Su capacidad reproductiva es enorme, ya que puede producir hasta 70 m de rizomas por planta en una temporada de crecimiento (Monaghan, 1979). Las plántulas provenientes de semillas pueden producir rizomas a los 35 a 40 días después de la emergencia. La altura de planta, número de hojas por planta, número de macollos por planta, peso fresco de los nuevos rizomas y brotes, dependen de la longitud del rizoma de donde provienen las plantas (Lolas y Coble, 1980). El 67% de la producción total de rizomas podría desarrollarse entre la siembra y cosecha de un cultivo. Los rizomas pueden tolerar una deshidratación de 5 a 25% de su peso fresco original sin que se afecte la brotación, mientras que por debajo del 25% de su peso, los rizomas pierden viabilidad de las yemas, aunque los más largos pueden tolerar mayor deshidratación que los cortos (McWhorter y Hartwing, 1965).

## Nocividad

*S. halepense* es una maleza extremadamente invasiva y difícil de erradicar (Holm *et al.*, 1991). En la producción de híbridos de sorgo, *S. halepense* se considera una maleza prohibida ya que se cruza con el progenitor femenino (androestéril), disminuyendo la calidad genética de la semilla.

## Toxicidad

*S. halepense* en la fase de rebrote cuando alcanza una altura entre 25-30 cm puede intoxicar al ganado bovino, produciendo los signos clínicos de disnea, ansiedad, temblores musculares e incoordinación a los 10-15 minutos después de la ingestión, ocasionando la muerte en un término de 3 horas por la alta concentración de ácido cianhídrico (HCN) (Nóbrega *et al.*, 2006).

## Manejo

El manejo de la Paja Johnson requiere del control efectivo de las plantas originadas tanto de semillas como de rizomas. Dado que el sistema de rizomas de *S. halepense* es extremadamente extenso y se propaga muy rápidamente en el primer año, es realmente necesario controlar tempranamente con herbicidas los tejidos subterráneos para agotar sus reservas de carbohidratos (Travlos *et al.*, 2019).

En el manejo de la Paja Johnson se deben combinar métodos preventivos, culturales, mecánicos y químicos. Aplicar medidas como prevenir el transporte de semillas y rizomas desde campos infectados a campos no infectados es la primera medida a considerar. No obstante, el control adecuado de *S. halepense* es muy difícil sin el uso de herbicidas, siendo necesario aplicarlos repetidamente para poder lograr un control eficaz y el agotamiento del banco de semillas del suelo.

## Control cultural

Las prácticas culturales de control de malezas se utilizaron para el control de la Paja Johnson antes del uso de herbicidas (Nalewaja, 1999). El crecimiento y la reproducción de *S. halepense* pueden reducirse mediante la introducción de rotación de cultivos o prácticas de manejo de cultivos (Karlen *et al.*, 1994; Uremis *et al.*, 2009). La inclusión de cultivos de cobertura en la rotación también inhibe el desarrollo de malezas (Travlos *et al.*, 2019). Una rotación de cultivos eficaz consiste en pasar de dos a cuatro años con otra especie que agotaría las reservas de semillas de Paja Johnson en el suelo (Arle *et al.*, 1955). Otro método es la aplicación de fertilizantes cerca de la hilera de cultivos para aumentar la absorción de nutrientes por parte del cultivo y su capacidad competitiva contra malezas (Rasmussen, 2000). El espaciamiento de las hileras de cultivos también se puede modificar y utilizar como un método de cultivo adicional contra *S. halepense* (Bendixon, 1988). Evitar la dispersión de semillas de Paja Johnson a otros lotes del campo o del país mediante la limpieza de los equipos de cosecha, tractores e implementos agrícolas (Leguizamón, 2019).

## Control mecánico

El control mecánico de *S. halepense* se podría lograr cortando las plantas con una segadora y luego con varios pases de una cultivadora de charrugas o corazones en verano, que lleven los rizomas a la superficie del suelo para que se sequen. El control manual con machetes o azadones también se puede utilizar después del deshierbe mecánico entre hileras para controlar las malezas que quedan en las hileras de cultivo (Ionescu *et al.*, 1996).

## Control químico

El control químico de la Paja Johnson se puede hacer antes de sembrar con herbicidas no selectivos, inmediatamente después de sembrar con preemergentes y cuando hayan emergidos el cultivo y las malezas con postemergentes. Hay países donde se pueden utilizar cultivos modificados genéticamente



(OMGs) con tolerancia a glifosato/glufosinato de amonio y así como cultivares mutantes obtenidos por mejoramiento tradicional con tolerancia a imidazolinonas (sistema Clearfield); en estos casos se puede aplicar estos herbicidas en postemergencia del cultivo/maleza.

### Herbicidas preemergente

El *S. halepense* proveniente de semilla puede ser controlado con isoxaflutole (52,25 g i.a. ha<sup>-1</sup>), S-metolacloro (1440 g i.a. ha<sup>-1</sup>) y pendimetalin (1920 g i.a. ha<sup>-1</sup>) (Ortiz *et al.*, 2014; Dávila, 2019); mientras que las plantas originadas de rizomas no fueron controladas con pendimetalin (1920 g i.a. ha<sup>-1</sup>) ni isoxaflutole (52,25 g i.a. ha<sup>-1</sup>) (Dávila, 2019).

### Herbicidas postemergentes

Las malezas perennes requieren para su manejo de herbicidas postemergentes sistémicos que se transporten al rizoma y sean selectivos al cultivo. En maíz se ha encontrado que el nicosulfuron a la dosis de 30 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Ortiz *et al.*, 2014) o 60 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Karkanis *et al.*, 2020) es eficaz para el control de *S. halepense* en biotipos sensibles. El foramsulfuron también lo controla a razón de 45 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Torma *et al.*, 2006). En girasol, se ha hallado control con cletodim (240 g i.a. ha<sup>-1</sup>), cicloxidim (400 g i.a. ha<sup>-1</sup>) y fluazifop- p-butilo (195 g i.a. ha<sup>-1</sup>) (Chifan *et al.*, 2019).

### Herbicidas no selectivos

Se recomienda la aplicación de herbicidas sistémicos no selectivos antes de la siembra o durante el barbecho para bajar las poblaciones de semillas y rizomas de *S. halepense* en el banco del suelo.

El momento oportuno de aplicación de herbicidas sistémicos es cuando la Paja Johnson tenga un área foliar de 150 cm<sup>2</sup>, con una emergencia de macollos inferior al 20% y que la mayor proporción de biomasa de la maleza aún se encuentre en el sistema subterráneo (relación biomasa aérea/biomasa radical sea de 0,7) que es equivalente a cuando la maleza tiene una altura de los macollos del orden de los 50-55 cm (Leguizamón, 2019).

El glifosato es muy eficaz para controlar *S. halepense* a la dosis estándar recomendada (2,16 kg e.a. ha<sup>-1</sup>; e.a: equivalente ácido) cuando las plantas superen los 40 cm.

### Resistencia a herbicidas

En Venezuela se ha encontrado resistencia cruzada de *S. halepense* a nicosulfuron y la mezcla de herbicidas foramsulfuron + iodossulfuron (Ortiz *et al.*, 2014). La mitigación de esta resistencia podría realizarse utilizando glifosato antes de que emerja el cultivo de maíz, ya que esta molécula ha mostrado eficacia en el control de *S. halepense* tanto provenientes de semillas como de rizomas de plantas resistente a nicosulfuron (Dávila, 2019). La rotación de cultivos es una práctica que se puede implementar para controlar los biotipos resistentes a nicosulfuron, ya que permite el uso de herbicidas con otros mecanismos de acción como cletodim, clomazone, fenoxaprop-p-etil, fluazifop-butil, fomesafen, haloxyfop-metil, propaquizafop, quizalofop-tefuril, quizalofop-p-etil, setoxydim (Leguizamón, 2019) y profoxidim (Ortiz *et al.*, 2014).

*S. halepense* también ha evolucionado en resistencia a glifosato en muchas partes del mundo, así como a otros herbicidas como haloxyfop-metilo, propaquizalafop, clethodim, rimsulfuron, imazamox, proporxycarbazone-Na, pyrosulam, fenoxaprop-etilo, quizalofop-etilo y pedimentalin. Los cultivos donde se han hallado estos biotipos resistentes de *S. halepense* son soya, maíz, algodón, zanahoria, cebolla, maní, patilla, tomate y en áreas no sembradas (Heap, 2021)

## Debilidades relacionadas con el diagnóstico y manejo

La identificación y determinación de la incidencia de *S. halepense* es fácil dado que es una maleza con características peculiares. No obstante, el manejo es difícil dada su reproducción asexual por rizomas y las mutaciones que tiene en su ADN que permiten formar accesiones o biotipos resistentes a herbicidas tal como se ha señalado anteriormente. De hecho, en el cultivo de maíz en Venezuela la resistencia de *S. halepense* a nicosulfuron, ha conducido a prácticas inusuales como la aplicación de paraquat manual entre hileras con pantalla cuando el cultivo está establecido y en la etapa de diferenciación de la panícula y espiga, que conducen a daños al cultivo, en adición al manejo inadecuado del herbicida por parte de los obreros que no usan la indumentaria adecuada.

El incremento de biotipos de *S. halepense* resistentes a herbicidas en el país la hace una maleza que amerita seguimiento, vigilancia sanitaria y educación de las personas relacionadas con la producción de cultivos.

Cabe mencionar que la comercialización de semilla de sorgo en el país dispersa diásporas de *S. halepense* y sus híbridos con la línea andrésteril usada en la producción de semilla híbrida, aunque sea una maleza prohibida en la normativa vigente, sobretodo en la que se produce en los estados Aragua y Carabobo, donde hay una alta incidencia de esta maleza en los campos de multiplicación (Figura 2).

### Arroz maleza

*Oryza* spp.

**Familia:** Poaceae

**Otros nombres comunes:** Arroz rojo, arroz negro, barbudo y mechudo

**Nombres comunes en inglés:** Weedy rice and red rice

### Clasificación taxonómica

El arroz maleza pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Liliopsida, sub-clase Commelinidae, orden Cyperales, familia Poaceae, tribu Oryzae, subtribu Oryzineas y género *Oryza* (USDA-NRCS, 2021), principalmente de la especie *Oryza sativa* L. que por desdomesticación derivaron de *O. sativa* cultivada y *Oryza sativa* f. *spontanea* (aplica solo a tipos de malezas que descienden principalmente de *O. rufipogon*); si no se conoce como evolucionó el arroz maleza se le debe llamar *Oryza* spp. (Roma-Burgos *et al.*, 2021).

### Descripción del daño

El arroz maleza tiene gran importancia económica en el cultivo del arroz, debido a que causa cuantiosas pérdidas, por cuanto no solamente reduce el rendimiento del arroz en campo, sino que también disminuye el precio del arroz cuando llega al molino en una alta proporción (disminuye el porcentaje de granos enteros y calidad molinera), contamina la producción de semilla bien sea por mezcla física o flujo de polen, y por último, las altas infestaciones de esta maleza afectan negativamente el valor de las tierras arroceras.

### Biología

El arroz maleza es una planta anual (USDA-NRCS, 2021), diploide con genoma AA ( $2n=24$ ) (Moreno *et al.*, 2012), predominante autógama que sin embargo puede tener polinización cruzada



**Figura 2.** Plántula (A), rizoma (B) y plantas (C) de la maleza paja Jonhson.

(Khumto *et al.*, 2018), con metabolismo fotosintético  $C_3$  (Wang *et al.*, 2012), presenta alto desgrane y latencia de las semillas (Ortiz *et al.*, 2000; Ortiz *et al.*, 2007). El arroz rojo es un tipo dentro del complejo llamado arroz maleza que presenta el pericarpio pigmentado de rojo; es el más incidente y económicamente más perjudicial en campos de arroz. No obstante, también se encuentran morfotipos de arroz maleza con pericarpio blanco, rojo claro y verde claro (Prathepha, 2009). Además, hay variedades de arroz con grano rojo (gourmet) que se comercializa en el mundo, por lo que el término arroz maleza es más apropiado que arroz rojo (Chen y Suh, 2015).

En Venezuela, el arroz maleza es altamente variable, sus características morfofisiológicas que diferencian al arroz cultivado de la mayoría de sus morfotipos encontrados en Portuguesa, Guárico, Cojedes y Barinas son: lámina foliar, cuello de la hoja y aurículas de color verde claro, primera hoja ligeramente más ancha y larga, lígula más grande, tallos abiertos (se acaman), semillas pequeñas y anchas con aristas largas, menor fertilidad de las panículas, alto desgrane de las semillas y pericarpio rojo (Tiberio, 2013).

## Origen

El origen geográfico del arroz cultivado, de acuerdo con los fitolitos hallados por arqueólogos, se encuentra en el sur de China (13 000 o 18 000 años); de allí se dispersó en el mundo, luego se produjo la domesticación de las subespecies indicas y japónicas hace 3 900 o 6 700 años. El análisis genómico reciente reveló que de indica se originaron dos grupos (indica y aus) y de japónica tres grupos (japónica templada, japónica tropical y aromático) (Wei y Huang, 2019). Integrando genética e histórica en datos arqueológicos se reveló que hay dos centros de origen del cultivo de arroz, uno en China (los valles medio y bajo del Yangtze) y otro centro separado de domesticación en la llanura del Ganges, en la India (Fuller *et al.*, 2010).

Roma-Burgos *et al.* (2021), apoyados en diferentes estudios genéticos realizados en el mundo, hicieron un resumen de las cuatro hipótesis no excluyentes para explicar los orígenes del arroz maleza: (1) desdomesticación: feralización del arroz cultivado en forma de maleza; (2) hibridación intervarietal: aparición de arroz maleza debido a la hibridación entre diferentes cultivares de arroz; (3) origen silvestre por selección incidental del antepasado silvestre del arroz (*O. rufipogon*) o posiblemente otras especies silvestres del género *Oryza* para la adaptación e invasión de áreas arroceras y (4) hibridación entre el arroz domesticado y especies silvestres: aparición de arroz maleza después de la hibridación. En las hipótesis 1 y 2, el arroz cultivado es el único progenitor de las variedades malezas, mientras que en la 3 y 4, ambas involucran a algún *Oryza* silvestre.

En otro orden de ideas, el origen del arroz maleza va de acuerdo con la genética de los cultivares de arroz producido en las zonas arroceras y/o la presencia de arroz silvestre que coexisten y no tengan barreras reproductivas con el cultivo (Olsen *et al.*, 2007). Ejemplos de casos del origen de arroz maleza se puede citar el ocurrido en California cuya divergencia relativamente reciente, distinta morfología y una pequeña relación genética con otros arroces de malezas de EUA., indican que la población de arroz maleza (llamada arroz de lema y pálea de color pajizo arestado) ha evolucionado por separado de un ancestro cultivado, es decir ocurrió una desdomesticación directa de los cultivares de arroz sembrados en California, por lo cual se considera un *ferality* (Kanapeckas *et al.*, 2018). Otros casos similares, se han hallado en China, donde poblaciones de arroz maleza de Liaoning, son considerablemente variables genéticamente y muy probablemente se originaron a partir de variedades de arroz de Liaoning por mutaciones e híbridos intervarietales (Cao *et al.*, 2006); también en Guangdong se ha encontrado arroz maleza proveniente de desdomesticación de variedades de arroz locales (Zhang *et al.*, 2012).

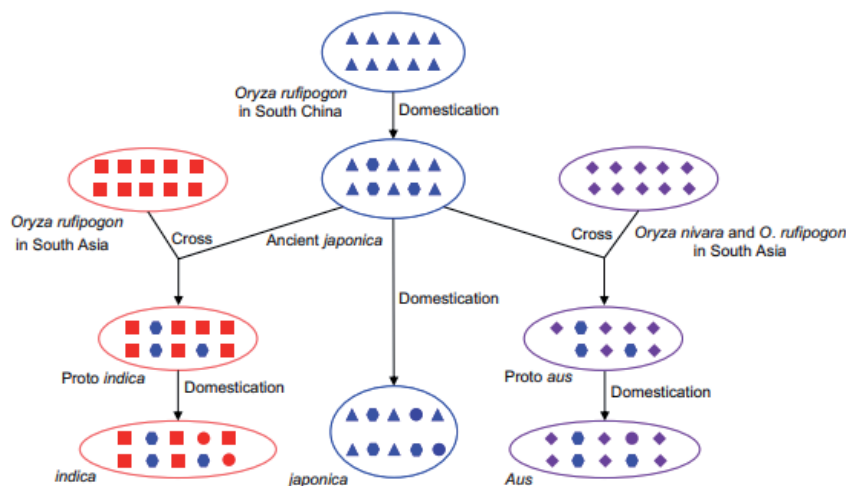
Contrariamente, los dos biotipos de arroz maleza del Sur de EUA., llamados pajizo sin arista y negro aristado comparten antecedentes genéticos con variedades de los grupos indica y aus que no se cultivan comercialmente en los EUA., lo que sugiere que las malezas provienen de ancestros domesticados (Reagon *et al.*, 2010). En Colombia también se ha hallado que el arroz maleza está relacionado con las subespecies indica y aus (Hoyos *et al.*, 2017); la explicación probable de este origen es debido a tres eventos: (a) desdomesticación de cultivares indica locales dió al arroz maleza colombiano), (b) flujo de genes exóticos entre arroz maleza aus que llegaron de otro lugar) y (c) hibridación entre los grupos anteriores que originó un arroz maleza indica-aus (Hoyos *et al.*, 2020) (Figura 3).

## Distribución

El arroz maleza tiene una amplia distribución en todas las áreas arroceras de 120 países (Delouche *et al.*, 2007). La distribución nacional es en los estados Barinas, Cojedes, Delta Amacuro, Portuguesa, Guárico, Sucre y Zulia.

## Características de la planta adulta

En Venezuela se ha encontrado una amplia variabilidad en las características morfológicas y fisiológicas de los arroces maleza que van desde poblaciones o morfotipos que se parecen a las variedades llamadas varietales hasta los que tienen grandes diferencias con el cultivo.



**Figura 3.** El modelo de domesticación del arroz cultivado. Los genomas del arroz y el arroz silvestre están indicados por óvalos de diferentes colores. Rojo: indica y *Oryza rufipogon* en el sur de Asia. Azul: japonica y *O. rufipogon* en el sur de China. Púrpura: Aus, *Oryza nivara* y *O. rufipogon* en el sur de Asia. Los genes se indican mediante diferentes formas. Cuadrado: genes del genoma de *O. rufipogon* del sur de Asia. Triángulo: genes del genoma de *O. rufipogon* del sur de China. Hexágono: los genes domesticados iniciales en la antigua japónica. Diamond: genes del genoma de *O. nivara*. Círculo: genes domesticados (Chen y Suh, 2015).

## Tallo

El tallo inicialmente es una estructura muy corta en donde se disponen en forma alterna, los nudos y los entrenudos. En estado temprano de crecimiento, las vainas foliares forman un tallo aparente; posteriormente, durante la elongación de los tallos se observan entrenudos huecos y finamente acanalados. En los nudos hay tejidos meristemáticos que pueden originar una hoja y yema axilar con capacidad para producir un macollo con su sistema radical independiente. Los entrenudos de la base de la planta no se elongan, sin embargo, el entrenudo más largo es el de la panícula. El arroz maleza presenta tallos primarios, secundarios y terciarios, llamados macollos. Los macollos se desarrollan en orden alterno en el tallo principal (Hoshikawa, 1989). La disposición de los macollos en la planta origina el hábito de crecimiento, importante para la competencia que hace la maleza con el cultivo, mientras más abierto sea más sombreado ejercerá. Los ángulos que pueden formar los tallos con respecto al suelo podrían ser: erectos, intermedios, decumbentes o rastreros (Moldenhauer y Gibbons, 2003).

## Raíz

Las raíces del arroz maleza se clasifican en raíz seminal (llamada radícula y dura hasta que se forme la séptima hoja), raíces mesocotilares y adventicias. La raíz seminal se origina del embrión, las mesocotilares del mesocotilo y las adventicias de los nudos inferiores de los macollos. Las raíces desarrollan un tejido llamado aerénquima en la corteza que le permite recibir oxígeno de las hojas y tallos para suplir sus necesidades en el proceso de respiración celular (Hoshikawa, 1989).

## Hoja

La hoja está formada por una lámina, vaina, cuello, lígula y dos aurículas. La lámina de la hoja es lanceolada, posee largas y pequeñas venas paralelas en ambos lados, cuando se extiende la lámina es el mayor órgano fotosintético y de transpiración del arroz maleza. El extremo superior de la hoja es de forma lineal, pudiendo ser glabra o pubescente; la hoja superior del tallo, ubicada por debajo de la panícula se conoce como hoja bandera, su lámina es mucho más corta que las del resto de la planta (Hoshikawa, 1989) y su posición con respecto al tallo puede ser erecta, con 45°, horizontal y descendente (Moldenhauer y Gibbons, 2003).

El cuello es la porción basal de la lámina de la hoja donde se ubican las aurículas y lígula. Las aurículas se encuentran entre el cuello y la vaina de la hoja, tiene forma de cuerno, es un tejido color crema, café o morado y con gran cantidad de tricomas en la superficie. La lígula es una membrana blanca o transparente en forma de lengua, de punta triangular en las hojas de abajo y bífidas en las de arriba. Las lígulas pueden ser de color transparente, crema, morado claro y morado oscuro (Muñoz *et al.*, 1993). La vaina o parte inferior de la hoja, se asienta en el nudo y externamente envuelve al entrenudo, nudo inmediato superior, hojas nuevas y la panícula en crecimiento (Moldenhauer y Gibbons, 2003). En el mesófilo de la vaina se encuentran muchas lagunas (espacios aeríferos) llamado aerénquima, conectados con los estomas, cuya función es pasar oxígeno de la hoja al tallo y luego a las raíces (Hoshikawa, 1989).

## Inflorescencia

El arroz maleza presenta una inflorescencia llamada panícula, donde se agrupan las espiguillas pediceladas. La panícula se forma a partir del nudo ciliar o último nudo del tallo. Esta zona a su

vez se corresponde con la base o cuello de la panícula. El entrenudo final donde se encuentra la inflorescencia se llama cuello o pedúnculo. La panícula tiene el raquis en el centro. El raquis tiene de 6 a 15 nudos, por lo general de 8 a 10 nudos, del cual se desarrollan las ramas; las primeras se llaman ramas primarias. El raquis mide de 12 a 30 cm de largo y la distancia entre nudos es de 2 a 4 cm. Las ramas primarias tienen muchos nudos de donde se originan las ramas secundarias. De cada nudo de las ramas secundarias y de cada nudo al final de las ramas primarias, se origina una rama que produce una espiguilla en la punta. El número de espiguillas por rama primaria es de 5 a 6; y de 2 a 4 en las ramas secundarias (Hoshikawa, 1989). Las formas de las panículas se pueden clasificar en compacta, intermedia y abierta (Moldenhauer y Gibbons, 2003).

La espiguilla está formada por un par de glumas rudimentarias (estériles) en la base, una corta raquilla de donde surgen dos glumas fértiles y una flor perfecta (órganos masculinos y femeninos) encerrada entre la lema y la pálea. La flor posee seis estambres y un pistilo (estigma, estilo y ovario) (Moldenhauer y Gibbons, 2003). El ovario contiene un óvulo formado por el saco embrionario con tres células antípodas, dos núcleos polares, dos células sinérgidas y una ovocélula, además le cubre dos capas de tegumentos y otra de nucela. La lema y pálea se separan (abren) en la mañana en floración y se cierra al finalizar la misma, debido a la turgencia de las lodículas en la flor del arroz (Hoshikawa, 1989).

## Fruto

El fruto del arroz rojo este compuesto por la cáscara (lema y pálea) y cariopsis (fruto-semilla). La superficie del cariopsis está cubierta por el pericarpio y la testa, que están fuertemente adheridos al endosperma. El pericarpio está compuesto por un conjunto de capas de células, originadas de la pared del ovario (tejido materno). El pericarpio puede presentar color blanco, marrón, marrón claro, marrón moteado, rojo, morado o púrpura oscuro (SESR, 2002). La testa es una membrana que se encuentra debajo del pericarpio y se origina de los tegumentos del óvulo (tejido materno) y esta fuertemente adherida al pericarpio. Debajo de la testa se encuentra una capa de células que se denomina exosperma, desarrollada a partir de la nucela del óvulo (tejido materno). Debajo del exosperma se encuentra la aleurona (parte del endosperma). El endosperma esta constituido por la aleurona y el endosperma propiamente dicho (Hoshikawa, 1989).

La lema y pálea son estructuras fuertes adaptadas para proteger al cariopsis. La lema se encuentra en el lado abaxial y puede presentar una arista corta o larga, mientras que la pálea esta ubicada en el lado adaxial del fruto. La lema y pálea puede expresar coloraciones diversas como blanco, pajizo, dorado y dorado con surcos, marrón claro, con manchas marrones, marrón con surcos, púrpura o morado, rojizo a morado claro, con manchas moradas o con moteado, morado con surcos o estrías o negro (SESR, 2002). La lema y pálea están constituidas por silicio ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), que se encuentra en sus paredes celulares (Hoshikawa, 1989).

La lema puede tener o no aristas. La lema puede clasificarse en parcialmente aristadas, cortas y completamente aristadas, largas y parcialmente aristadas, largas y completamente aristadas. Los colores que pueden presentar las aristas van desde pajizo, dorado, marrón claro, rojo, morado o negro (SESR, 2002).

El embrión es la planta rudimentaria que será originada después de la germinación. Esta constituido por escutelo, coleóptilo (encierra las primeras tres hojas de la futura planta), radícula y coleoriza (envuelve a la raíz seminal) (Moldenhauer *et al.*, 2003).

## Propagación

El arroz maleza se propaga por semillas y estas se dispersan a través de maquinaria agrícola (principalmente la cosechadora), ganado, agua, vehículos, aves, entre otras formas.

La principal forma de dispersión de las semillas de arroz maleza en el país es a través de la semilla certificada o informal. En Venezuela, según la Ley de Semillas vigente, se permiten 2 granos de arroz rojo por kilogramo de semilla, es decir se siembra esta maleza. Adicionalmente, la semilla certificada no cubre la demanda del mercado, por lo que muchos productores siembran sus propios granos como semilla, los cuales por lo general llevan más semillas de arroz rojo que la certificada. Cuando se analizaron lotes de semillas sujetas a certificación por el sector oficial de Venezuela, en Portuguesa (Ortiz *et al.*, 2007) y Guárico (Peralta, 2010) encontraron que tenían una gran diversidad de arroces maleza y muy pocos estaban exento de diásporas de estos.

Las semillas de arroz maleza también se dispersan fácilmente por el uso de cosechadoras que han cortado arroz en parcelas contaminadas. En un estudio realizado en la provincia de Jiangsu, China, se encontró que alrededor de 5.000 semillas de arroz maleza (22% del total de semillas) se acumulan en la mesa de corte, ruedas/oruga y placa de metal debajo de la tolva de recepción de granos de una cosechadora pequeña (con un ancho de corte de 2 m), que podrían potencialmente ser transportados a campos adyacentes después de haber cosechado campos de arroz infestados (Gao *et al.*, 2018).

## Manejo

Las principales estrategias para controlar los arroces malezas pueden ser agrupadas en varias categorías: (1) prevención de infestaciones; (2) agotamiento del banco de semillas del suelo por medio de prácticas de postcosecha; (3) prácticas culturales presiembra; (4) supresión de la germinación y/o la emergencia por medio de prácticas de siembra y manejo del agua; (5) destrucción de las plantas de arroz maleza en el arrozal; (6) alteración del ambiente de los arrozales por medio de la rotación de cultivos y/o el barbecho y (7) uso de variedades resistente a herbicidas. Los herbicidas constituyen un elemento importante para todas las estrategias planteadas, excepto para la prevención (Delouche *et al.*, 2007).

## Prevención

El uso de semilla certificada libre de arroz rojo es lo más recomendable para evitar su diseminación; a pesar de ello en Venezuela, esta opción tiene limitaciones ya que se aceptan dos granos rojos por kilogramo de semilla certificada y la producción nacional no supe la demanda.

La limpieza de cosechadoras es esencial para evitar la contaminación de los bancos de semillas de arroz maleza del suelo.

## Control cultural

El control cultural está referido a procedimientos agrícolas que favorecen la competitividad del cultivo del arroz con las malezas, ocasionándole a éstas una supresión del crecimiento y desarrollo. Dentro de las prácticas recomendadas para el control cultural de arroz maleza se encuentran quemas controladas, preparación del suelo, trasplante, falsa siembra, enmienda y fertilización, manejo de la inundación y rotación de cultivos (Fogliatto *et al.*, 2020).



La preparación del suelo previa a la siembra ha reducido los bancos de semillas de arroz en el suelo (Chauhan, 2013). Las semillas del arroz maleza tienen mayor longevidad (Suh, 2008) y persistencia en el suelo (Vaughan, 1994) que el cultivo. En teoría, enterrar las semillas que se encuentren en la superficie del suelo podría ayudar a mantener la latencia de las semillas o inducir su latencia secundaria, lo que aumentaría la longevidad de las semillas. Por el contrario, desenterrar las semillas viables a la superficie del suelo podría promover la liberación de la latencia y germinación (Bhullar y Chauhan, 2015).

El método de control cultural, llamado como “falsa siembra”, es un método comúnmente aplicado para reducir el tamaño de arroz maleza en el banco de semillas del suelo. Consiste en preparar el suelo como si se fuera a sembrar para permitir el crecimiento de las malezas. Posteriormente, cuando las malezas han alcanzado más o menos 10 a 20 cm de altura, éstas son controladas por medios mecánicos como el rastreo, o con herbicidas no selectivos (glifosato), luego se siembra el arroz.

La falsa siembra está dirigida a la reducción de la infestación de malezas, en la misma temporada en que se hace el tratamiento, disminuyendo así gradualmente el banco de semillas en el suelo. El éxito de la falsa siembra dependerá de la forma en que es preparado el suelo, del manejo del agua, de cuantas veces se realice esta operación en un mismo ciclo (Ferrero, 2003) y el grado de latencia de las semillas de arroz maleza, ya que las semillas latentes no germinarán. Aunque la falsa siembra es útil para reducir el banco de semillas de arroz maleza, los mismos agricultores deben evaluar la posibilidad de aplicarla cuando el período entre la recolección del cultivo anterior y la siembra del siguiente es corto (Chauhan, 2013).

### **Control manual (depuración)**

El control manual del arroz maleza en arrozales inundados es difícil, agotador y costoso, pero es efectivo si se realiza correctamente (Sonnier, 1978). Los obreros deben estar familiarizados con los arrozales malezas y la remoción debe ser realizada antes de la floración, para evitar el flujo de polen (Valverde, 2007), o antes de la madurez para evitar el desgrane (Cox, 1978). Ellos deben ser instruidos sobre la forma de eliminar las plantas de arroz rojo, de modo de prevenir la dispersión de las semillas por desgrane. Las plantas se deben sacar del campo con cuidado, colocar las panojas dentro de una bolsa plástica y cortarla por el pedúnculo. Sólo entonces se arrancan las raíces y se colocan en otra bolsa más grande (Cox, 1978).

El control manual es importante en los campos destinados a la producción de semillas para la depuración de campos de plantas fuera de tipo y arroz maleza (Ferrero, 2003). En Venezuela, el arroz maleza se ha mimetizado con el cultivo, especialmente en altura de planta, lo que hace que el arroz maleza sea casi irreconocible y que el control manual sea imposible, esto ha afectado la depuración de los campos de multiplicación de semillas y de paddy (Blanco, 2006; Castillo, 2006; Ortiz *et al.*, 2007).

La inundación del suelo bien nivelado, que mantenga las condiciones anaeróbicas en las capas superiores del suelo, ha evitado que se establezca el arroz maleza en California, EUA. Es fácil para los países templados sembrar el arroz en lámina de agua, sin embargo, en el trópico es difícil ya que el oxígeno no se difunde a temperaturas altas como a los 15 °C que prevalecen cuando se siembra en esa zona (Fischer, 1999). No obstante, esta área de siembra de arroz en California estuvo prácticamente libre de arroz maleza durante los últimos 50 años, pero recientemente ha resurgido a pesar de cultivarse el arroz bajo el sistema de inundación continua (UCCE, 2017), lo que indica cómo ha permanecido

viable esta maleza después de tanto tiempo (alta longevidad) y como el arroz maleza está superando la anoxia para establecerse en los arrozales evadiendo el control (Karn *et al.*, 2020).

### **Control mecánico**

El control mecánico puede realizarse antes de la siembra del cultivo. La germinación de las malezas también puede ser favorecida regando el campo o por las lluvias estacionales. Las plántulas de las malezas pueden ser eliminadas con rotativas o rastras de discos, tanto en campos inundados como en secos, antes de la siembra del arroz. El control de las malezas obtenido con esta práctica es satisfactorio, pero lleva más tiempo y es en general menos eficiente que el tratamiento químico (Ferrero *et al.*, 1999).

En arroz trasplantado por el sistema intensificado SICA □SRI se utiliza un implemento mecánico que va entre las hileras controlando las malezas, se debe realizar al menos 4 veces en el ciclo de cultivo (Chang, 2008).

### **Control químico**

La estrecha similitud genética del arroz cultivado y el arroz maleza hace que el control con herbicidas selectivos en pre y postemergencia sea difícil. Las técnicas de manejo más exitosas se basan en la aplicación de herbicidas antes de la siembra del cultivo (Chauhan, 2013), en función del tamaño del banco de semillas de arroz maleza del suelo.

Glifosato es el herbicida sistémico no selectivo al arroz que más se utiliza para controlar arroz maleza antes de sembrar el cultivo. No obstante, se ha encontrado que las accesiones de arroz maleza B20, B2 y S11 y B49, B51 y S59 de Arkansas, EE.UU., tienen tolerancia diferencial a 1,12 g i.a/ea de glifosato (Shrestha, 2019).

Esto es una alerta para darle un uso racional al glifosato y evitar que el arroz maleza evolucione en resistencia a este herbicida. Se podría rotar el glifosato con glufosinato de amonio (1 310 g i.a ha<sup>-1</sup>), herbicida de contacto de amplio espectro como herramienta alternativa para el control de arroz maleza después de la cosecha o antes de la siembra (al menos 10 días antes). Se recomienda la aplicación de sulfato de amonio a razón de 1 600 g ha<sup>-1</sup> cuando se use glufosinato de amonio (Shrestha, 2019). Cuando se use glufosinato de amonio se debe esperar al menos 10 días para sembrar el cultivo.

### **Estrategias genéticas y químicas**

La afinidad filogenética del arroz maleza con el cultivo hizo necesario desarrollar estrategias genéticas químicas no transgénicas para controlar el arroz maleza; en 2002 se comercializó el sistema Clearfield® el cual provee resistencia a los herbicidas imidazolinonas conocidas como IMI (Grupo 2 de la HRAC, inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa) (Tan *et al.*, 2005), dentro de los que destaca el Kifix® (52,5 g i.a/Kg imazapir + 17,50 imazapic). Dado el incremento de casos de resistencia del arroz maleza a herbicidas IMI, debido al flujo de genes entre los cultivares IMI y la maleza, esta tecnología ya no es eficaz en su control, entonces en 2018 se comercializó Provisia® con resistencia a ariloxifenoxipropanoatos (Grupo 1 de la HRAC, inhibidores de la enzima acetil coenzima A carboxilasa), en este caso para quizalofop-p-etilo (Famoso *et al.*, 2019). Actualmente, la adopción de Provisia® está limitado por el bajo potencial de rendimiento (Roma-Burgos *et al.*, 2021). El éxito de estas tecnologías se basan en la aplicación de herbicidas postemergentes para el control de arroz maleza reduciendo el tamaño del banco de sus semillas en el suelo.

## Uso de antídotos

El acetocloro (formulado como microencapsulado) es un herbicida preemergente mejor que el pretilacloro para controlar arroz maleza pero actualmente no está permitido su uso en la producción de arroz. Sin embargo, tratando las semillas del cultivo con el antídoto fenclorim se podría aplicar acetocloro de manera preemergente (Avent *et al.*, 2019). Fenclorim protege al cultivo de arroz de las aplicaciones de herbicidas de las cloroacetamidas (Grupo 15 HRAC) (Usui *et al.*, 2000), debido a que desencadena la sobreexpresión de los genes responsables de la producción de la enzima glutationa-S-transferasa (GST) que desintoxica rápidamente al arroz del acetocloro.

## Resistencia

Se ha encontrado resistencia de arroz maleza a los herbicidas imidazolinonas (imazapir, imazapic, imazetapir, imazamox e imazaquin) y pirimidil benzoato (pyrithiobac-sodio), en Brasil, Colombia, Italia, Grecia, Malasia, Turquía y EUA. (Heap, 2021).

En Venezuela se ha hallado la aceción OS22G de arroz maleza resistente a Lightning® (52,5% imazetapir + 17,5% imazapir), proveniente de un experimento realizado en Calabozo-Guárico, donde se evaluó el flujo de genes con el uso del sistema Clearfield en Calabozo-Guárico, en el marco del proyecto FONTAGRO “impacto ambiental de la adopción del arroz resistente a las imidazolinonas en sistemas productivos contrastantes de América Latina” (Pérez *et al.*, 2013).

## Debilidades relacionadas con el diagnóstico y manejo

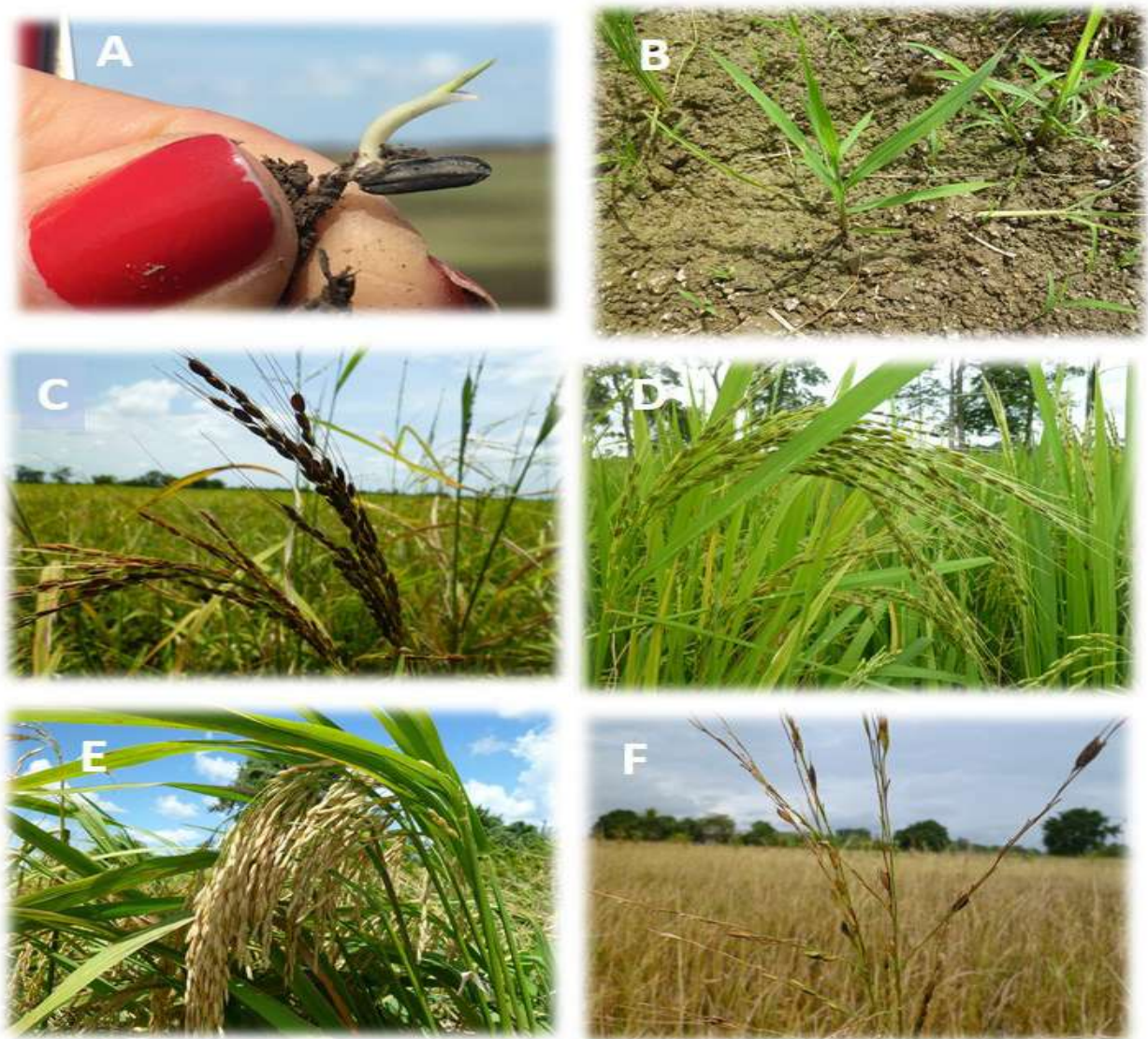
La identificación y estimación de la incidencia del arroz maleza es dificultoso por cuanto se parece al cultivo de arroz. El manejo del arroz maleza es difícil y complejo debido a la afinidad genética con el cultivo y es selectivo a los herbicidas de uso común en el arroz; además en el país no están disponibles las tecnologías genéticas-químicas Clearfiel® y Provisia®. El desgrane y alta latencia de sus semillas hacen que el arroz maleza sea casi imposible de erradicar de los bancos de malezas del suelo.

La normativa de la producción de semilla de arroz en Venezuela considera al arroz maleza como una planta nociva (difícil de separar de la semilla de arroz), ni siquiera toma en cuenta el flujo de genes que ha conllevado a la alta variabilidad observada entre sus morfotipos. Esta normativa permite dos granos de arroz maleza (rojo) por kilogramo de semillas de la categoría certificada y ninguna en semillas genética, fundación y registrada.

En el país hay un gran déficit de semillas de arroz por lo que muchos productores siembran sus propios granos, o del vecino, recién cosechados, limpiándolos artesanalmente, que por lo general llevan un gran número de diásporas de arroz maleza, incrementado la problemática. La semilla de arroz certificada o informal (Pirata) es el primer vehículo de dispersión de arroz maleza en el país.

Zonas no tradicionalmente arroceras como Ciudad Bolivia, Pedraza, Barinas y en Maracaibo, Zulia, donde no había arroz maleza, se han incorporado a la producción de semilla y terminaron contaminadas con esta maleza, lo que muestra como se va dispersando el arroz rojo con la semilla del cultivo, incluyendo categorías que deberían ser cero arroz maleza como la de fundación y registrada. Por el contrario, hay experiencias positivas en zonas no arroceras que han permitido lograr cero rojo en la semilla; por ejemplo, la llevada a cabo por la Fundación Danac en el Sur de Anzoátegui

(multiplicación bajo pivote central) y en Moroturo, estado Lara. Incorporar nuevas áreas para la producción de semilla conlleva el uso de semilla básica (genética, fundación o registrada) sin arroz maleza. (Figura 4).



**Figura 4.** Algunas características del arroz maleza: (A) plántula emergida del banco del suelo con la semilla descascarada mostrando el pericarpio de color púrpura; (B) planta con 7 hojas parecida al cultivo; (C) morfotipo de lema y pálea de color marrón con arista larga y semillas maduras; (D) morfotipo de lema y pálea de color negro con arista larga y semillas inmaduras; (E) morfotipo varietal con lema y pálea de color pajizo y dimensiones de las semillas similares al cultivo y (F) panícula exponiendo un alto desgrane de la panícula.

## Paja Peluda

*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton

Es el nombre aceptado de una especie conocida hasta 1981 como *R. exaltata* Lf, un nombre ilegítimo ya que estaba en uso para una especie diferente. Se hizo una propuesta posterior para retener el nombre *R. exaltata*, pero no fue aceptada, por lo tanto, *R. cochinchinensis* es el nombre correcto para esta especie (Parker, 2019).

**Familia:** Poaceae.

**Código EPPO:** ROOEX

**Sinónimos:** *Aegilops exaltata* L; *Manisuris exaltata* L. Kuntze; *Rottboellia exaltata* (L) L.f. (USDA-NRCS, 2021).

**Otros nombres comunes:** Caminadora, pata de cabra, cebada fina y gramínea corredora (Parker, 2019).

**Nombres comunes en inglés:** Corn grass, guineafowl grass, itchgrass, jointed grass, kokoma grass, prickle grass, raoul grass, rice grass, shamvagrass, sugarcane weed y treadmill (Parker, 2019).

## Clasificación taxonómica

La Paja Peluda pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Liliopsida, sub-clase commelinidae, orden Cyperales, familia Poaceae, género *Rottboellia* y especie *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton.

## Cultivos que afecta

Maíz (*Zea mays* L.), sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], caña de azúcar (*Saccharum* spp.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp., soya [*Glycine max* (L.), arroz secano (*Oryza sativa* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.), ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), ajo (*Allium sativum* L.), algodón (*Gossypium hirsutum* L.), cebolla (*Allium cepa* L.), cítricos, papa (*Solanum tuberosum* L.), patilla *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai, piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.), plátano (*Musa AAB*), repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata), soya, tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz).

## Descripción del daño

*R. cochinchinensis* puede ejercer efectos alelopáticos sobre el cultivo, inhibiendo su crecimiento (Casini *et al.*, 1998; Caton *et al.*, 2004; Meksawat *et al.*, 2010), ocasiona reducción del rendimiento entre 20 al 70%, dependiendo del cultivo que afecte (Contreras-Ramos *et al.*, 2013). *R. cochinchinensis* es hospedante de virus que afectan al maíz (Strahan *et al.*, 2000) y a la caña de azúcar (Yahaya *et al.*, 2017). Los tricomas presentes en los tallos de la Paja Peluda pueden causar irritación severa que podría conducir a infecciones o alergias (Strahan *et al.*, 2000).

## Biología

La Paja Peluda es una planta anual tropical, autógama, ocasionalmente con polinización cruzada (Mercado, 1978), macolladora y se establece en ambientes aeróbicos. Esta especie tiene biotipos diploides con  $2n=20$  cromosomas y poliploides ( $2n=40$  o  $2n=60$ ) (Millhollon y Burner, 1993). La agresividad de la Paja Peluda es en parte atribuido a que es una planta  $C_4$  y por lo tanto capaz de tener alta tasa de fotosíntesis (Das *et al.*, 1993). Es muy competitiva por luz (Bridgemohan y McDavid, 1993), prolífica y florece todo el año (Holm *et al.*, 1991).

## Origen y distribución

*R. cochinchinensis* (Figura 5) es originaria del sudeste asiático (Indochina) con un biotipo que se desarrolló en el este de África (Holm *et al.*, 1991) y se encuentra distribuida en África, Asia, América, Australia y Papua Nueva guinea, en diversos cultivos hasta en una altitud de 2 300 m (Holm *et al.*, 1979).



**Figura 5.** Plántula (A), vainas pubescentes (B), panículas (C) y planta con macollos de la maleza Paja Peluda (D).

La Paja Peluda es una maleza importante en Venezuela y se ha difundido rápidamente en todo el territorio, principalmente en Portuguesa y Barinas, de donde se piensa se ha desplazado a otras zonas (Pacheco y Pérez, 1989). El catálogo de la flora vascular de Venezuela indica que la Paja Peluda se encuentra en los estados Amazonas, Cojedes, Delta Amacuro, Distrito Federal, Lara, Miranda, Monagas, Portuguesa, Sucre, Táchira y Zulia (Hotche *et al.*, 2008).

## **Características de la planta adulta**

### **Tallo**

Los tallos de la Paja Peluda son erectos, sólidos, cilíndricos y ramificados, pueden alcanzar hasta 4 m de altura (SAG, 2000; Parker, 2019). Posee tricomas (pelos) erectos parecidos a la fibra de vidrio que sobresalen de los tallos o macollos (Spaunhorst, 2020).

### **Raíz**

Las raíces son fibrosas y adventicias que emergen de los nudos próximos a la base de la planta por lo cual también sirven de anclaje (SAG, 2000).

### **Hoja**

Las hojas son de forma lineal, lanceoladas y pubescentes. Vainas cubiertas por pelos silíceos largos y rígidos que pueden penetrar e irritar la piel; lígula membranosa de hasta 3,1 mm de largo, entera o con diminutos pelos dispersos. Láminas planas, quilladas, 20-60 cm de largo, 1-2,5 cm de ancho, base cordadas, pilosas o glabras, escabrosas, márgenes muy ásperos (SAG, 2000; Parker, 2019).

### **Inflorescencia**

La inflorescencia de la Paja Peluda es un racimo espiciforme, casi cilíndrica, enhiesta, terminal, que se hace más delgada hacia el ápice, 6-14 cm de largo, 2-4 mm de ancho, está compuesta de artículos o entrenudos, cada segmento presenta una honda excavación en la parte superior y sostiene dos espiguillas, sin aristas, dorsiventralmente aplanadas, una sésil y la otra pedicelada. El pedúnculo posterior está fusionando por toda la longitud del racimo (Pitty y Muñoz, 1993; Kissmann y Groth, 1997).

### **Fruto**

Es un cariopsis oblongo de alrededor de 3-4 mm de longitud y 1,75-2 mm de ancho, contenido entre las partes del raquis de la panícula, en una estructura llamada artículo (se quiebra entre la gluma y la lema) (SAG, 2000).

### **Propagación**

La Paja Peluda se reproduce por semillas que son dispersadas por el agua, animales, equipos de cosecha y como contaminante de semillas de cultivos. Una sola planta puede producir hasta 2.200 semillas y rodales densos pueden producir más de 600 kg de semillas por hectárea (Holm *et al.*, 1991). Los patrones de germinación varían en el suelo debido a la latencia de sus semillas (Bridgemohan *et al.*, 1991). El mecanismo principal de latencia lo imponen las estructuras de cobertura de la semilla que pueden evitar que le llegue oxígeno al embrión. El segundo mecanismo de latencia está influenciado por la luz (Clavijo, 1978). Las semillas pueden permanecer viable en el suelo hasta 4 años (Thomas y Allison, 1975), y las plántulas pueden emerger desde una profundidad de 15 cm (Holm *et al.*, 1991).

## **Nocividad**

*R. cochinchinensis* es una maleza altamente nociva, considerada una de las 12 peores malezas que infestan la caña de azúcar en el mundo y está clasificada como dañina por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Alves *et al.*, 2003). En la producción de semilla híbrida de sorgo, la Paja Peluda es considerada una maleza nociva debido a que sus artículos (diáspora) tienen el mismo espesor que las semillas de sorgo y no se pueden separar durante su acondicionamiento.

## **Control cultural**

El control cultural se basa en agotar el banco de semillas con prácticas de manejo después de la cosecha durante el barbecho (Valverde *et al.*, 1999). Dado que la mayor emergencia de las plántulas de la Paja Peluda ocurre a poca profundidad del suelo y la luz estimula su germinación, esta maleza puede convertirse en un problema en los sistemas de siembra directa (Bolfrey-Arku *et al.*, 2011). La rotación de cultivos puede ayudar a romper la estrecha asociación que existe entre la maleza y cultivo, dado que el monocultivo facilita el rápido establecimiento de la Paja Peluda como maleza dominante (Fisher *et al.*, 1985). Por otro lado, la rotación permite el uso de herbicidas gramínicidas selectivos a otros cultivos que controlan a la Paja Peluda (Labrada, 1996; Valverde, 2004).

## **Control mecánico**

La labranza poco profunda puede ser usada para promover la emergencia de la Paja Peluda antes de la siembra del cultivo. Las plántulas emergidas pueden ser controladas por medios mecánicos o con herbicidas. La falta de control de las plántulas de Paja Peluda después de la preparación del suelo puede resultar en densidades muy altas de la maleza que reducirán substancialmente los rendimientos del cultivo (Parker, 2019).

## **Control químico**

El uso de herbicidas ha sido un factor primordial en el control de la Paja Peluda, sin embargo, las fallas de aplicación hacen que se disperse y afecte negativamente a los cultivos.

## **Herbicidas preemergentes**

Los herbicidas preemergentes que se pueden utilizar en el cultivo de maíz para controlar Paja Peluda son 0,6 a 1,2 kg i.a. ha<sup>-1</sup> de pendimetalin (Valverde, 2004); 1,4 a 1,8 kg i.a./ha acetocloro; 76,8 a 153,6 g i.a. ha<sup>-1</sup> de S-metolacloro y 56 a 100 g i.a. ha<sup>-1</sup> de isoxaflutole.

En caña de azúcar se ha encontrado un control eficaz de Paja Peluda con la mezcla 1,5 kg i.a. ha<sup>-1</sup> de pendimetalin + 1,5 kg i.a. ha<sup>-1</sup> de terbutrina + 864 g i.a. ha<sup>-1</sup> de 2,4 D (Cojulún, 2015).

Los herbicidas preemergentes se deben aplicar en suelos bien preparados sin restos de cosecha. El suelo debe tener humedad suficiente para inducir la germinación de las malezas y que las plántulas emergentes tengan contacto con la película del herbicida preemergente aplicado. Las lluvias o el riego después de aplicar los herbicidas preemergentes posicionarán al herbicida a una profundidad de 2 a 5 cm del suelo, donde está la mayor cantidad de semillas de malezas. Cuanto mayor sea el contenido de materia orgánica y arcilla en los suelos, el herbicida será más fuertemente absorbido o retenido por éstas y por tanto habrá menos herbicida disponible para actuar sobre las malezas.

En suelos pesados y ricos en materia orgánica, se utilizará la dosis más elevada. Si además el



suelo está seco, la fuerza de adsorción o retención del herbicida al suelo será mayor, por lo cual se deberá aplicar en suelo húmedo (Rache *et al.*, 2009).

### **Herbicida postemergentes**

Nicosulfuron es un herbicida sulfonilurea, inhibidor de la enzima acetolactato sintetasa (ALS) comercializado para el control selectivo de la Paja Peluda en el cultivo de maíz. Cuando el nicosulfuron se formula como gránulos dispensables requiere para su activación la adición de un surfactante no iónico (Valverde, 2004). Entre otros herbicidas que controlan Paja Peluda están foramsulfuron y rimsulfuron (Rache *et al.*, 2009).

En maíces con el sistema Clearfiel® (no transgénico) se puede controlar la Paja Peluda con herbicidas imidazolinonas, por ejemplo, usando imazethapyr + imazapyr en postemergencia (Bond y Griffin, 2005).

Las dosis de los herbicidas postemergentes se aplican en función del estado fenológico de las malezas a controlar, a mayor desarrollo se necesitará mayor dosis, por eso es necesario que el productor lea la etiqueta del producto. Por lo general, se mezclan herbicidas incluso con preemergentes para abarcar un mayor espectro de control de las distintas especies de malezas y residualidad en el suelo para prolongar el periodo de control. Por otro lado, los herbicidas postemergentes requieren de coadyuvantes para facilitar su penetración a través de la cutícula de la hoja (ceras epicuticulares lipofílicas).

Muchos herbicidas ya vienen formulados con coadyuvantes, pero en otros casos, como ocurre con las formulaciones sólidas, es necesario añadirlos en el tanque de la asperjadora (de último cuando no haya que ecorregir el pH del agua, según el orden de mezcla) (Rache *et al.*, 2009).

### **Herbicidas presiembra**

Los herbicidas no selectivos como glifosato, paraquat y glufosinato de amonio son también muy usados para el control de la Paja Peluda en presiembra del cultivo de maíz (Valverde, 2004), sus dosis van en función del estado de desarrollo de la maleza.

### **Resistencia a herbicidas**

En Venezuela se ha indicado resistencia cruzada de la Paja Peluda entre nicosulfuron y foramsulfuron + iodosulfuron (Delgado *et al.*, 2008). Asimismo, en Bolivia se han identificado poblaciones de *R. cochinchinensis* que han desarrollado resistencia cruzada a los herbicidas haloxifop-p-metilo (ariloxifenoxipropianoato) y sethoxidim (ciclohexanodionas), ambos pertenecientes al grupo de los inhibidores de la enzima acetil coenzima A carboxilasa (ACCase) (Ávila *et al.*, 2007). También, en EUA. se han hallado biotipos de *R. cochinchinensis* resistentes a fluazifop-butilo (Heap, 2021).

### **Debilidades relacionadas con el diagnóstico y manejo**

*R. cochinchinensis* es una maleza de fácil detección en plántulas y adultas en campo. El éxito de su manejo dependerá del grado de infestación y del cultivo con que interfiera, hay cultivos como el sorgo que no tienen herbicidas para su control (exceptuando los sorgos con resistencia a imidazolinonas con la tecnología igrowth™ de Advanta). Otros elementos que dificulta el manejo de *R. cochinchinensis* son las mutaciones que le confieren resistencia a herbicidas inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa

(ALS, grupo 2) y acetil coenzima A (ACCasa, grupo 1), documentados en la literatura y resaltados anteriormente.

En la normativa de producción de semilla de sorgo, *R. cochinchinensis* es considerada una maleza nociva debido a que tiene el mismo espesor que la diáspora de sorgo, es decir las categorías genética, fundación, registrada y certificada/fiscalizada deben tener cero Paja Peluda. Sin embargo, esto se dificulta en las zonas de producción de los estados Aragua y Carabobo que tienen alta incidencia de *R. cochinchinensis*. En las zonas de multiplicación de semilla sorgo del sur de Anzoátegui no se encontraba esta maleza, pero la entrada de líneas progenitoras de los híbridos de sorgo han llevado semillas de Paja Peluda, quizás ya haya áreas contaminadas que deban ser evaluadas. Una vez que la semilla certificada/fiscalizada estén contaminada con *R. cochinchinensis* se dispersará en otras regiones del país.

### **Pata e' gallina**

*Eleusine indica* (L.) Gaertn.

**Familia:** Poaceae

**Código EPPO:** ELEIN

**Sinónimos:** *Cynosurus indicus* L. (USDA, 2020), *Agropyron geminatum* Schult. & Schult.f., *Chloris repens* Steud., *Cynodon indicus* Rasp., *Cynosurus indicus* L., *Cynosurus pectinatus* Lam., y *Eleusine africana* K. O'Byrne (Parker, 2019).

**Otros nombres comunes:** Guarataro, grama, horquetilla, paja de burro, pasto amargo, cola de caballo, zacate de guacana, zacate guacima, grama caraspera, pie de gallina (Conabio, 2021), eleusine, grama de caballo, grama de orque, pata de ganso, yerba blanca y yerba dulce (Parker, 2019).

**Nombres comunes en inglés:** Bullgrass, crabgrass, crowfoot grass, dog grass, Dutch grass, fowlfoot grass, goosefoot grass, Indian goosegrass, iron grass, oxgrass, silver grass, wild finger millet, wire grass y yard grass (Parker, 2019).

### **Clasificación taxonómica**

La Pata e' gallina pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Liliopsida, sub-clase Commelinidae, orden Cyperales, familia Poaceae, género *Eleusine* y especie *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (USDA-NRCS, 2021).

### **Cultivos que afecta**

Maíz, sorgo, soya, caraota, frijol, hortalizas, frutales, ajonjolí, algodón, arroz, cacao (*Theobroma cacao* L.), café (*Coffea arabica* L.), cambur (*Musa acuminata* AAA), caña de azúcar, maní, melón (*Cucumis melo* L.), papa, patilla, piña, plátano, sorgo, soya, tabaco, yuca y zanahoria (*Daucus carota* L.).

### **Descripción del daño**

*E. indica* es una maleza alelopática en cultivos monocotiledóneos (Zelaya, 2019). Esta maleza tiene un potencial demostrado para disminuir el rendimiento en los cultivos, por ejemplo, en algodón una densidad de 11,6 a 19,2 plantas de Pata e' gallina en el hilo de siembra por metro lineal redujo en

50% el rendimiento (Ma *et al.*, 2015). En arroz de secano se estima que puede reducir hasta el 80% (Ampong-Nyarko y De Datta, 1991).

Es una maleza hospedante de plagas entre las que se puede citar el nematodo *Pratylenchus*, virus y *Spodoptera* (Plantwise, 2016; Zelaya, 2019).

## Biología

*E. indica* es una planta  $C_4$  anual y diploide ( $2n=2x=18$ ) (Hiremath y Chennaveeraiah, 1982; Paul y Elmore, 1984; Chauhan y Johnson, 2008) que crece en rodetes mostrando un hábito postrado extendido o erecto con tallos de unos 40 cm, dependiendo de la densidad de la vegetación. Sus largas y extendidas panículas parecen patas de gallinas. Se puede confundir con otras malezas de inflorescencia digital (p. Ej., con *Digitaria* o *Cynodon*), pero los tallos aplanados de *E. indica*, las hojas de color verde brillante, el tamaño de las espiguillas con muchas flores y la falta de arista sirven para distinguirlas (Clayton *et al.*, 2006; Parker, 2019). (Figura 6).

### Origen y distribución

El origen geográfico de *E. indica* es incierto debido a su expansión global, pero se considera nativo de las regiones tropicales del África Oriental; su distribución es mundial (Holm *et al.*, 1979).

En Venezuela se encuentra en los estados Amazonas, Anzoátegui, Aragua, Barinas, Bolívar, Delta Amacuro, Distrito Federal, Falcón, Guárico, Mérida, Miranda, Monagas, Nueva Esparta, Portuguesa, Sucre, Táchira y Zulia (Hotche *et al.*, 2008).

## Características de la planta adulta

### Tallo

Los tallos de *E. indica* son delgados, teretes, rastreros o ligeramente ascendentes, pueden llegar a medir hasta 40 cm de altura. Sus tallos florales poseen hojas alternas, la mayoría localizadas en la base de los tallos (Plantwise, 2016). Los tallos o culmos de *E. indica* son delgados, 150-300 mm de largo, 1-2 mm de diámetro, teretes, ramificados, los nudos 0,5-3 mm de largo, los entrenudos 25-80 mm de largo (Saw, 2011). Los tallos tienden a formar una roseta de crecimiento donde muestran las vainas de las hojas de color blanquecinas en la base, sin embargo, a pesar de estar postrados no se arraigan en los nudos (Steed *et al.*, 2017).

### Raíz

Su sistema de raíces adventicias y fibrosas está bien desarrollado y con arraigo muy fuerte al suelo lo que hace difícil arrancarlas (Parker, 2021; Plantwise, 2016).

### Hoja

La hoja está formada por lámina y vaina. Las vainas son de 40-85 mm de largo, 2-6 mm de ancho, coriáceas en la superficie adaxial, glabras en la superficie abaxial, ciliadas cortas a lo largo de los márgenes, con lígulas membranosas agudas y pilosas en los márgenes. La lámina es linear, 40-200 mm de largo, 3-6 mm de ancho, acuminada en el ápice, entera en el margen, con pelos o tricomas largos en la superficie adaxial (Saw, 2011).

## Inflorescencia

La Pata e' gallina presenta inflorescencias que se bifurcan dicotómicamente en panículas adaxiales, compuestas de 2-7 racimos en forma de espigas dispuestos digitalmente, todos ellos sostenidos juntos, a veces uno de ellos adherido al nudo inferior, 150-250 mm de largo, 12-15 mm de ancho, acuminado en el ápice, pedúnculos primarios rectos, glabros, los pedúnculos secundarios continuos y delgados. Las espiguillas son de dos a muchas flores, sin aristas y comprimidas lateralmente. Los floretes son sin aristas, bisexuales, los floretes inferiores son más largos y los superiores progresivamente más pequeños. Las lodículas 2, obcónicas, los estambres 3, antera oblonga, filamento corto, el ovario elipsoide, estilos 2, estigmas 2, plumosos y blancos (Saw, 2011).



**Figura 6.** Plántula (A), panícula (B) y macolla (C) de la maleza Pata e' gallina

## Fruto

Utrículo (aquenio) ovoides de sección triangular, con una semilla laxa envuelta en un pericarpio delgado, fuertemente estriado (rugoso) (WFO, 2021).

## Propagación

*E. indica* se reproduce por semillas, una planta puede producir aproximadamente 50.000 semillas con alto potencial de viabilidad (más del 90%) (Chauhan y Johnson, 2008), que pueden dispersarse fácilmente por el viento, el agua, adherirse a la piel, maquinaria, animales y como contaminante en semillas de cultivos (Parker, 2019). La germinación ocurre principalmente cerca de la superficie del suelo (Chauhan y Johnson, 2008) y cesa la emergencia cuando están enterradas a más de 7,6 cm (Odero *et al.*, 2015). Las semillas de *E. indica* enterradas durante tres años y exhumadas cada cierto tiempo para medir su germinación, mostraron alta viabilidad e inusualmente no tuvieron latencia, comportamiento atípico de una maleza gramínea, lo que indica que se comporta diferente en los bancos de semillas del suelo (Masin *et al.*, 2006). Su persistencia en el suelo se debe a la abundante producción de semillas y tolerancia a los cortes (siegas) (Steed *et al.*, 2017).

## Nocividad

*E. indica* es una maleza agrícola y ambiental (Randall, 2012), se considera nociva en al menos 42 países y está clasificada como la quinta peor maleza del mundo (Holm *et al.*, 1979).

## Control cultural

Es fácil controlar las plantas pequeñas de pata e ´gallina con pases de rastra antes de que desarrollen su fuerte sistema radical. Cortar las plantas con rotativas no erradicará las plantas debido a su hábito de crecimiento postrado. El sistema de siembra en mínima y cero labranza favorece la acumulación de semillas de *E. indica* en la superficie del suelo (Steed *et al.*, 2017; Parker, 2019).

## Control químico

Hay una variedad de herbicidas de pre y postemergencia para el control de *E. indica*, su selección depende del cultivo donde se encuentre.

### Herbicidas preemergentes

Los herbicidas preemergentes proporcionarán un excelente control de pata e ´gallina si se usan de acuerdo con las instrucciones de la etiqueta. Estos productos a menudo se aplican solos o se combinan con otro herbicida, incluso con postemergentes, para ampliar el espectro de control de malezas.

Herbicidas como S-metolacolor, acetocloro (Uztarroz, 2013), pendimetalin e isoxaflutole en suelos bien preparados sin restos de cosecha se pueden aplicar para controlar *E. indica*.

En caña de azúcar se pueden usar, antes de la emergencia de las malezas, metribuzin, pendimetalin y S -metolacolor + atrazina + mesotriona (Odero, 2020).

## Herbicidas postemergentes

Se ha logrado un excelente control de *E. indica* en maíz con topramezone + atrazina y baja eficacia con nicosulfuron (Uztaaroz, 2016). También se ha encontrado alto control con la mezcla de los herbicidas foramsulfurón + iodosulfurón (Martini *et al.*, 2014). La combinación de mesotriona, nicosulfuron y topamezone proporcionaron un control eficaz de *E. indica* y otras malezas gramíneas en el cultivo de maíz (Zhang *et al.*, 2013). En caña de azúcar se podría usar topamezone, trifloxisulfuron y asulam (Odero, 2020).

En otros cultivos como caraota o soya se puede usar fluazifop-p-butilo y en arroz de secano fenoxaprop-p-etilo, cyhalofop-butilo o sethodydim.

## Herbicidas presiembr

Se ha encontrado un excelente control de *E. indica* con glufosinato de amonio (Uztaaroz, 2016). El paraquat también se utiliza en el control presiembr de *E. indica*. Tanto el glufosinato de amonio y paraquat son herbicidas de contacto que requieren mojar bien las plantas para poder ejercer un eficaz control, por ello se recomienda usar alto volumen de descarga de la asperjadora, por ejemplo 200 a 250 L ha<sup>-1</sup>, cuando la maleza tenga menos de 5 hojas. Hay fallas de control de *E. indica* con glifosato en Venezuela.

## Resistencia a herbicidas

El desarrollo de resistencia a los herbicidas en poblaciones de *E. indica* se ha documentado con dinitroanilinas (Mudge *et al.*, 1984), glifosato (Lee y Ngim, 2000), paraquat (Buker *et al.*, 2002), metribuzin plus MSMA (Brosnan *et al.*, 2008), glufosinato de amonio (Jalaludin *et al.*, 2010), glufosinato más paraquat (Seng *et al.*, 2010), inhibidores de la acetil-CoA carboxilasa (fluazifop-butilo, fenoxaprop-cyhalofop, haloxifop-metil, setoxidim y cletodim) (McCullough *et al.*, 2016), oxadiazón (McElroy *et al.*, 2017), clethodim, trifluralin, prodiamina, metribuzin y paraquat (Heap, 2021). De manera que *E. indica* es una maleza de cuidado en los cultivos donde emerja por su alto historial de rápida evolución de resistencia a herbicidas.

## Debilidades relacionadas con el diagnóstico y manejo

*E. indica* es fácil de identificar y cuantificar su nivel de infestación en campo, no obstante, su control pasó de ser eficaz a difícil en los últimos años, por ejemplo, se han hallado fallas de control con glifosato en Portuguesa y mediano control en siembra directa con herbicidas preemergentes como acetocloro y es tolerante al nicosulfuron en el cultivo de maíz. Como se ha mencionado anteriormente, *E. indica* tiene una capacidad de evolucionar en resistencia a diversos herbicidas de diferentes grupos químicos, situación que no se ha diagnosticado en el país.

## Corocillo

*Cyperus rotundus* L.

**Familia:** Cyperaceae

**Código EPPO:** CYPRO

---

**Otros nombres comunes:** Coquito, coquillo, cebollín, cebolleta (Doll, 1996), pimientillo, coquillo, castañuela, coquito y tritica (Conabio, 2020), castanuela, chufa, chufila, cipero, contra yerba, corocilla, cortadera, jonquillo, juncea, lengua de gallina, negrilla, paraquita, pasto bolita y totorilla (Parker, 2019).

**Nombres comunes en inglés:** Nutgrass, purple nutsedge, coco grass, java grass, purple nut-grass, purple nut sedge, red grass, red nut sedge y water grass (Parker, 2021).

### Clasificación taxonómica

El Corocillo pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Liliopsida, sub-clase Commelinidae, orden Cyperales, familia Cyperaceae, género *Cyperus* y especie *Cyperus rotundus* L. (USDA-NRCS, 2021).

### Cultivos que afecta

Maíz, sorgo, arroz, hortalizas, aguacate, algodón, cacao, café, cambur, caña de azúcar, caraota, cebollas, cítricos, frijol, frutales, plátano, remolacha, sorgo, soya, tabaco, tomate y zanahoria.

### Descripción del daño

El Corocillo es considerado una de las malezas más problemática del mundo debido a su naturaleza perenne, así como a la alta producción, longevidad y viabilidad de sus tubérculos (Horowitz, 1972). Se han hecho muchos estudios que reflejan la disminución del rendimiento que ocasiona la interferencia del Corocillo con los cultivos, ejemplos de esa interacción negativa se han encontrado en algodón (Iqbal *et al.*, 2007), soja, maíz (Tuor y Froud-Williams, 2002) y arroz (Ramesh *et al.*, 2016). Se ha descubierto que esta maleza también produce sustancias alelopáticas que pueden inhibir el crecimiento de plantas cercanas (Hierro y Callaway, 2003) y estos aleloquímicos parecen de naturaleza fenólica (Horowitz y Friedman, 1971).

### Cultivos que afecta

Maíz, sorgo, arroz seco, hortalizas, aguacate, algodón, arroz, cacao, café, cambur, caña de azúcar, caraota, cebollas, cítricos, frijol, plátano, remolacha, soya, caraota, tabaco, tomate y zanahoria.

### Biología

El Corocillo es una planta perenne, altamente variable, con metabolismo  $C_4$  (Santos *et al.*, 1997) que posee un extenso sistema de bulbos, rizomas y tubérculos, de donde emergen brotes erectos de hasta alrededor 30 cm de altura. Los brotes comprenden hojas verde oscuras y un tallo de sección triangular, donde aparece una inflorescencia con espiguillas planas de color marrón rojizo a marrón púrpura o violácea (Doll, 1996). La temperatura y la humedad del suelo son dos factores ambientales dominantes que limitan su distribución, está adaptado a suelos bien drenados, no tolera inundación. Crece en todo tipo de suelos y también puede sobrevivir a altas temperaturas (Bendixen y Nandihalli, 1987).

### Origen y distribución

El origen del *C. rotundus* es incierto dado que se han hallado nuevas evidencias arqueológicas, extraídas de un cálculo dental que contenía gránulos de almidón procedente de tubérculos de *C.*

*rotundus* que se remonta a 15 000 a. C., lo que señala su uso como alimento y también en la limpieza de dientes dado su capacidad para inhibir *Streptococcus mutans*, que pudo haber contribuido al nivel inesperadamente bajo de caries encontrado en la población agrícola analizada en un cementerio sudanés (Buckley *et al.*, 2014). La utilidad como alimento y uso bucal del Corocillo puede explicar su dispersión por la región del Mediterráneo oriental y Eurasia (Bryson *et al.*, 2008). Se ha encontrado plantas de *C. rotundus* en seis continentes, en 92 países y es una maleza problemática en 52 cultivos (Holm *et al.*, 1979).

En Venezuela se han encontrado plantas de *C. rotundus* en los estados Anzoátegui, Aragua, Barinas, Bolívar, Carabobo, Cojedes, Delta Amacuro, Distrito Federal, Falcón, Guárico, Miranda, Nueva Esparta, Portuguesa, Sucre y Táchira (Hokche *et al.*, 2008).

## Características de la planta adulta

### Tallo

*C. rotundus* tiene varios tipos de tallos, bulbos (tallos subterráneos muy cortos cuyas hojas almacenan nutrientes), rizomas (tallos subterráneos dispuestos horizontalmente con respecto a las raíces del que pueden surgir nuevos brotes con hojas y flores) y tubérculos (tallo subterráneo con una yema apical y varias laterales). Usualmente un tubérculo sólo emite uno o dos rizomas, que se desarrollan próximos a la superficie del suelo. El bulbo basal normalmente se forma cerca de la superficie del suelo y es el encargado de emitir las raíces y los rizomas. Los primeros 30 cm de rizomas crecen horizontalmente, luego sus extremos giran hacia arriba para formar nuevos brotes aéreos, que portan un nuevo bulbo basal. También el rizoma puede permanecer en el suelo y formar un tubérculo, a partir del cual se desarrollará un nuevo rizoma lateralmente. Todo esto provoca la formación de cadenas de tubérculos, algunas de las cuales se pueden hallar a 40 cm de profundidad del suelo (Wills, 1970; Doll, 1996). Los tallos donde se desarrollan las inflorescencias son erectos, de hasta 60 cm de altura, de 3 lados (triangulares), lisos con bases hinchadas (bulbos basales) (Parker, 2021).

### Raíz

Las raíces del *C. rotundus* son fasciculadas, simples, filiformes y fibrosas y pueden penetrar a más de un metro de profundidad (Peerzada, 2017; Parker, 2019). Las raíces evolucionan a partir de la endodermis de tubérculos, bulbos y rizomas. Una sección transversal del tejido radical maduro revela un cilindro vascular de cuatro vasos de xilema lignificados grandes y varios pequeños que están rodeados por una vaina de células endodérmicas lignificadas (Wills, 1970).

### Hoja

Las hojas del Corocillo son lineales, trísticas, largo de 10 a 50 cm y ancho de 5 a 8 mm. Están dispuestas en la parte inferior del eje floral. La sección del limbo forma una V ancha en las ramas horizontalmente. Las caras de las hojas son glabras pero el margen y la nervadura media son escabras, de color verde oscuro (Pl@ntnet, 2021).

### Inflorescencia

El Corocillo tiene una umbela terminal, abierta, sostenida por varias brácteas frondosas que son tan largas o más largas que los radios con flores. Los radios se forman con tres a nueve pedúnculos delgados, extendiéndose de tres lados de longitud desigual. En los extremos, son racimos de espiguillas



estrechas, de 0,8 a 2,5 cm de largo y 2 mm de ancho, con 10 a 40 flores, agudas y comprimidas de color rojo, marrón rojizo o marrón violáceo. Poseen glumas de 2 a 3,5 mm de largo, que son ovadas y casi romas, con tres a siete nervios (Pl@ntnet, 2021). Las flores son hermafroditas con 3 estambres y un pistilo con estigma 3-partido (Bryson y DeFelice, 2009).

### **Fruto**

El fruto es un aquenio de 2 a 3,5 mm de largo y 0,5-0,7 mm de ancho, ovados u oblongos-ovados, con tres ángulos, de color gris, marrón o negro con una red de líneas grises, cubierto por una sola gluma (Naidu, 2012).

### **Propagación**

La reproducción sexual en *C. rotundus* es de menor importancia, ya que rara vez se reproduce a través de semillas y éstas tienen menos de 7% de viabilidad (Thullen y Keeley, 1979). La propagación de esta especie es principalmente asexualmente por tubérculos que permanecen viables en el suelo durante varios años. La latencia de los tubérculos es realmente un ejemplo de dominancia apical, que se expresa de dos formas en tubérculos individuales: la primera es cuando la yema apical (a veces dos) brota primero, si el brote inicial es eliminado, otras yemas lo harán. La segunda forma de dominancia se expresa entre tubérculos interconectados. Las cadenas de tubérculos producidas en un año deben ser consideradas como una sola unidad, ya que el tubérculo terminal muestra dominancia. En una cadena de tubérculos, las yemas en el tubérculo terminal (el más joven), generalmente brota primero y esto evita que las yemas del resto de los tubérculos broten. Esta dominancia se pierde cuando se corta el rizoma que forma la cadena. Esta es la razón por la cual labores intensas de labranza a veces producen altas poblaciones de *C. rotundus* (Doll, 1996).

La temperatura mínima para la germinación de tubérculos subterráneos es de 13 °C, el adecuado de temperatura es de 30–35 °C y la temperatura máxima es 40 °C (Shang, 2006). A temperatura adecuada, el tubérculo subterráneo muestra un hábito de colonización significativo (Rogers *et al.*, 2008) y se multiplica rápidamente (Edenfeld *et al.*, 2005).

Los tubérculos de *C. rotundus* pueden dispersarse a través de semillas de maní (Bendixen y Nandihalli, 1987) o de caraotas.

### **Nocividad**

*C. rotundus* es considerada una de las malezas más perjudiciales del mundo (Holm *et al.*, 1979).

### **Manejo**

El manejo del Corocillo debe enfocarse en la reducción de tubérculos y su viabilidad (Webster *et al.*, 2008).

### **Control cultural**

Un exitoso manejo de *C. rotundus* requiere del conocimiento de su hábito de crecimiento y biología, y del cumplimiento de un programa de manejo integrado de malezas, como el uso de cultivares con un alto vigor de las semillas para lograr un rápido establecimiento del cultivo. El Corocillo es sensible a la sombra, por lo que el ajuste de la distancia entre hilera del cultivo al ancho más estrecho posible, combinado con alta densidad de plantas que conduzcan a un cierre más temprano del dosel, aseguran

un rápido régimen de sombra sobre la superficie del suelo. En el cultivo de arroz la inundación controla Corocillo.

Otro aspecto de prevención esencial es la limpieza de los equipos y materiales que vienen de lotes o fincas con incidencia de Corocillo (Doll, 1996; Datta *et al.*, 2017).

### **Control mecánico**

El laboreo repetido del suelo es efectivo porque los tubérculos ubicados en las capas superficiales del suelo son vulnerables a la desecación. Para controlar los tubérculos sobre la superficie del suelo pueden requerirse 14 días con una temperatura de 40 °C si la humedad relativa es alta. La labranza siempre es más efectiva cuando el suelo está seco (Cruz y Cárdenas, 1974).

### **Control químico**

*C. rotundus* es difícil de controlar químicamente debido a la longevidad de los tubérculos (Keeley, 1971) y a la falta de eficacia de los herbicidas preemergentes, en contraste al control efectivo que hacen en otras especies de malezas (Dotray *et al.*, 2001).

El control de *C. rotundus* es eficaz con la aplicación de alacloro y el metolacloro aplicados en presiembra incorporado, en dosis de 2,5 kg i.a. ha<sup>-1</sup> (CIAT, 1988). Se deberá preparar el suelo sin que queden restos de cosecha, malezas y terrones, aplicar S-metolacloro (usar la dosis de etiqueta) bien distribuido e incorporar con pases de rastra cruzada a una profundidad mayor de 10 cm, donde se encuentran las estructuras de reproducción asexual, posteriormente se puede sembrar el maíz, caraota, soja o cualquier otro cultivo selectivo a este herbicida.

Una sola aplicación de S-metolaclor en preemergencia mantuvo la densidad del Corocillo en 15 plantas por m<sup>2</sup> en soja que permitió que el cultivo compitiera adecuadamente con la maleza, demostrando que una combinación de alta densidad de semillas y la aplicación efectiva de estos herbicidas puede conducir a rendimientos económicamente aceptables. Los otros tratamientos, pendimetalin, trifloxysulfuron, bentazona and pyriithiobac sodium, produjeron menores rendimientos en la soja (Travlos *et al.*, 2020).

Las etiquetas de varios herbicidas postemergentes describen su efecto como supresión o inhibición de *C. rotundus*, en lugar de control. La duración del control de la mayoría de estos herbicidas es de 30-40 días como máximo. El 2,4-D sólo controla las plantas ya brotadas al momento de la aplicación.

### **Herbicidas no selectivos a los cultivos**

Paraquat produce una excesiva destrucción de células foliares del Corocillo en presencia de luz, pero el rebrote foliar es rápido y la producción de tubérculos no es afectada debido al limitado transporte ya que es un herbicida de contacto (Mercado, 1979).

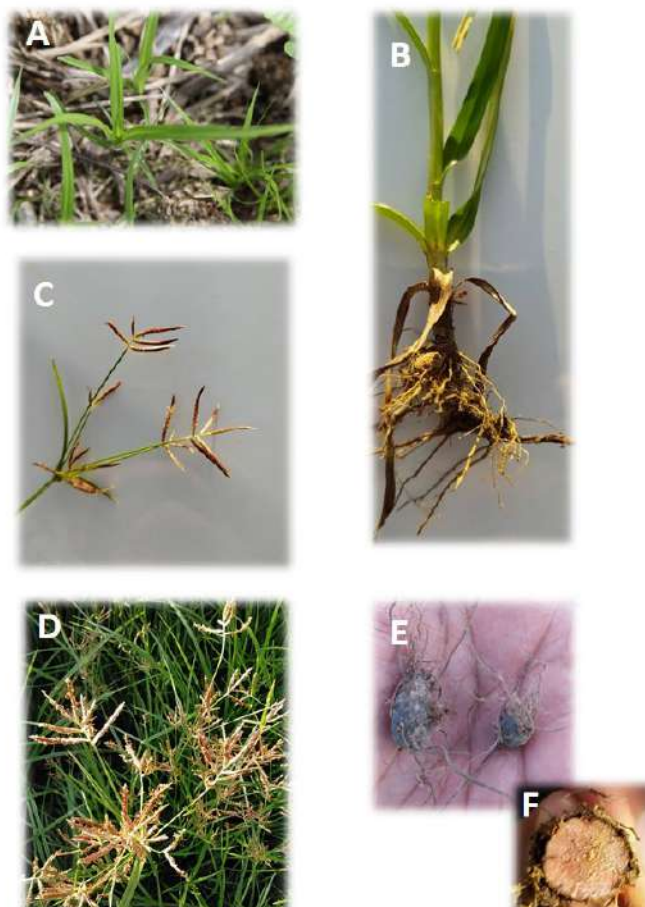
No obstante, diferentes estudios indican que altas dosis de glifosato se transportan a través de la cadena de tubérculos del Corocillo, reduciendo su producción y viabilidad (Zandstra *et al.*, 1974; Doll y Piedrahita, 1982), la dosis de 2,57 kg e.a. ha<sup>-1</sup> (e.a., es equivalente ácido) redujo la biomasa del tubérculo de Corocillo en un 75% (Webster *et al.*, 2008). Un programa de control efectivo de Corocillo debe considerar repetidas aplicaciones de glifosato debido a que la longevidad de sus tubérculos (99% mortalidad) es de 42 meses (Neeser *et al.*, 1997).

## Debilidades relacionadas con el diagnóstico y manejo

El diagnóstico del nivel de infestación de *C. rotundus* no tiene mayor dificultad dado que es una planta que se identifica rápidamente por su tipo de inflorescencia y cuando plántula, la forma de la disposición de sus hojas en el bulbo y la presencia de tubérculos, rizomas y bulbos (Figura 7).

Por lo general, en las evaluaciones de malezas en campo se utiliza el porcentaje visual de incidencia, siguiendo un patrón en zig-zag o de diagonal doble en los lotes de siembra. En la investigación en la ciencia de las malezas se utiliza el conteo del número de plantas o biomasa aérea contenida en una cuadrícula de un m<sup>2</sup> siguiendo un patrón de diagonal doble. La distribución de las malezas en los bancos del suelo frecuentemente sigue un patrón binomial negativo, es decir el desgrane desde la planta madre ubica a sus semillas y estructuras asexuales (tubérculos, rizomas, entre otras) cercanos al origen. Con el uso de drones o satélites en la agricultura se ha logrado construir mapas más acertados de la distribución de malezas en el cultivo, esto ha servido para el control con robots o asperjadoras (tasa variable) dotadas de sensores que identifican a las malezas y su posicionamiento en el campo.

Los tubérculos de Corocillo pueden contaminar las semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) y



**Figura 7.** Plántula (A), bulbo basal (B), inflorescencia (C), plantas en floración (D), tubérculos (E) y disección de un tubérculo (F) de la maleza Corocillo (*C. rotundus*).

caraoa (*Phaseolus vulgaris* L.) durante la cosecha y dispersarse a otros campos. Asimismo, los viveros que usan suelo contaminados con tubérculos de Corocillo para llenar bolsas y macetas de plantas a trasplantar pueden dispersar esta maleza a otras regiones.

### **Pira**

*Amaranthus dubius* Mart. ex Thell.

**Familia:** Amaranthaceae

**Código EPPO:** AMADU

**Sinónimos:** *Amaranthus tristis* Willd. (Parker, 2019).

**Otros nombres comunes:** Pira dulce, bleo, bleo zac-tec, blero, blero blanco, amaranto, yerbacaracas, bleo de Jamaica, bleo de puerco, bleo manso, cararú común, yuyo hembra y bleo blanco (Pacheco y Pérez, 1989; Parker, 2019; EPPO, 2021)

**Nombres comunes en inglés:** Spleen amaranth, pigweed amaranth, southern pigweed y red spinach (Yong *et al.*, 2019; Parker, 2021; USDA, 2021).

### **Clasificación taxonómica**

La Pira pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Magnoliopsidaa, sub-clase Caryophyllidae, orden Caryophyllales, familia Amaranthaceae, género *Amaranthus* y especie *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. (USDA-NRCS, 2021).

### **Cultivos que afecta**

Maíz, sorgo, arroz secano, caraoa, soya, maní, frijol, ajonjolí, algodón, tomate, pimentón, cebolla, melón, pepino (*Cucumis sativus* L.), cacao, café, cítricos, bananos, caña de azúcar, piña y tabaco.

### **Descripción del daño**

La Pira puede interferir con el crecimiento de los cultivos y reducir sus rendimientos, por ejemplo, en batata se ha demostrado que cuando hay 15 o 30 plantas de *A. dubius* por metro lineal en la hilera de batata se hallaron 96 y 100% menos rendimiento comparado con en el testigo sin maleza (Lugo *et al.*, 2000).

### **Biología**

La Pira es una planta anual, monoica (Carmona y Orsini, 2010), tetraploide ( $2n=64$ ) (Grant, 1959), mide entre 10-100 (-200) cm de alto, glabro o escasamente pubescente en partes distales. Los tipos cultivados de *A. dubius* son más grandes, más erectos y más suculentos que los tipos de malezas. *A. dubius* es generalmente una hierba con metabolismo fotosintético  $C_4$ , muestra una alta tasa fotosintética a altas temperaturas e intensidad de luz, y una menor compensación de  $CO_2$  que las especies  $C_3$ . La floración comienza de 4-8 semanas después de la emergencia, mostrando sensibilidad a los días cortos. La polinización es por el viento, pero se producen plantas autopolinizadas. El desarrollo vegetativo es rápido (Grubben, 2004). Esta especie ha sido ampliamente introducida como un vegetal verde para consumo humano, así como como una hierba medicinal (Yong *et al.*, 2019).

## Origen y distribución

Es una hierba nativa de América del Sur, México y las Antillas (Grubben, 2004), con una distribución pantropical (Palmer, 2009). *A. dubius* está reportada como especie introducida a Venezuela como cultivo experimental, así como también se han hallado algunas poblaciones seminaturalizadas (Morros *et al.*, 1990).

En Venezuela se encuentra en los estados Amazonas, Aragua, Bolívar, Cojedes, Delta Amacuro, Distrito Federal (Hotche *et al.*, 2008), Portuguesa, Sucre, Guárico y Táchira.

## Características de la planta adulta

### Tallo

Alcanza una altura de 0,4-1,5 m de alto, ramificado, de color marrón oscuro, verde claro, o verde olivo a rojizo, esparcidamente viloso (con pelos largos) a generalmente glabro, a veces con estrías longitudinales en plantas adultas (Carmona y Orsini, 2010; Parker, 2019).

### Hoja

Hojas ovado-oblongas a ovado-elípticas, las más pequeñas elípticas, de 1-10 (12) cm de largo, 0,5-6 cm de ancho, coriáceas a cartáceas (consistencia del papel de pergamino), esparcidamente vilosas a glabras; nervio principal y secundarios prominentes en la superficie abaxial, con dos líneas continuas a los márgenes de la lámina; pecíolos de 1-11 (15) cm de largo, glabros; base atenuada; margen entero a ligeramente crenado; ápice obtuso con una extensión espinescente de la nervadura central de 1-1,2 mm de largo (Carmona y Orsini, 2010).

### Inflorescencias

Las inflorescencias son axilares y terminales, las primeras de 2-9 cm de largo, 0,4-1 cm de ancho, las segundas en espigas de 6-18 (22) cm de largo, 0,7-2 cm de ancho, a veces en panículas más densas, grupos de flores densamente dispuestos a lo largo del raquis; brácteas de 1,5-2,5 mm de largo, 0,5-0,6 mm de ancho, iguales o menores al tamaño de los sépalos, ovadas a lanceoladas, carinadas, glabras y ápice apiculado (Carmona y Orsini, 2010).

**Flores masculinas** en una proporción aproximada de  $\frac{3}{4}$  con respecto a las flores femeninas; perianto foliáceo compuesto por 5 sépalos de 1-2,5 mm de largo, 0,5-0,7 mm de ancho, desiguales, espatulados, glabros, con una terminación prominente en el ápice. Estambres 5, libres entre sí, en una serie; filamentos homodínamos de 1-1,7 mm de largo; anteras paralelas con dehiscencia longitudinal extrorsa (Carmona y Orsini, 2010).

**Flores femeninas** con perianto foliáceo compuesto por 5 sépalos, de 1,2-2,3 mm de largo, 0,5-0,7 mm de ancho, desiguales, rectos a ligeramente retrorsos, lanceolados. Estigmas 3; estilos terminales de 0,4-0,8 mm de largo, separados en la base (Carmona y Orsini, 2010).

### Frutos

Utrículo ovoide o subgloboso rodeado del perianto ligeramente más corto que los tépalos, de 1-1,5 mm de largo, 0,8-1,1 mm de ancho, corrugado a liso con dehiscencia regularmente circuncisil. Semillas brillantes, lisas de 1-1,2 mm de diámetro, lenticulares en sección transversal, de color vino tinto oscuro a marrón (Carmona y Orsini, 2010; Parker, 2019).

## Propagación

*A. dubius* se propaga por semillas. Esta especie produce muchas semillas que pueden dispersarse por el viento, agua, aves, como contaminante en semillas de pastos o cultivos y maquinaria agrícola (Parker, 2019). Las semillas tienen latencia por varios años (Grubben, 2004) (Figura 8).

## Control químico

No se ha documentado la sensibilidad de *A. dubius* al control químico, sin embargo, por su parecido fisiológico con *A. spinosus* (Gruber, 2004) se espera que sea susceptible a los herbicidas recomendados para el control de esta segunda maleza (Parker, 2019).

### Herbicidas preemergentes

Los herbicidas preemergentes recomendados para el control de hoja ancha en el cultivo de maíz podrían controlar *A. dubius*, tales como atrazina (Lorenzi y Jeffery, 1987), Adengo® (thiencarbazone-metilo + isoxaflutole) y Acuron UNO (biciclopirona) que son eficaces para otras especies del género *Amaranthus*. La aplicación de herbicidas en general requiere que el suelo esté a capacidad de campo, es decir con la humedad suficiente para estimular la germinación de las malezas y que produzcan los órganos de absorción del ingrediente activo, en estos casos la atrazina, isoxaflutole, thiencarbazone-metilo y biciclopirona se absorben por las raíces de las plántulas.

En caña de azúcar se puede aplicar diurón y metribuzina; en cebolla butacloro, oxadiazón, oxifluorfen; linuron en caraota y metribuzina en tomate.

### Herbicidas postemergentes

En el control de *A. dubius* en postemergencia en maíz se podría usar 2,4-D en cultivares que sean tolerantes a este herbicida (Grichar, 1994). También se podría aplicar la dosis de etiqueta de tolPiralato o una menor dosis en mezcla con atrazina (hay un gran sinergismo entre estos herbicidas) en postemergencia cuando el maíz esté en la etapa V3 (aproximadamente 3 semanas después de la siembra) y las malezas tengan una altura de 9 a 13 cm (Metzger, 2019).

En maní, caraota y soya se puede usar fomesafen, bentazona en postemergencia para controlar malezas del género *Amaranthus*. El fomesafen en suelos arenosos y/o con bajo contenido de materia orgánica, pueden intoxicar a cultivos en rotación. En soya se puede aplicar clorimuron-etilo.

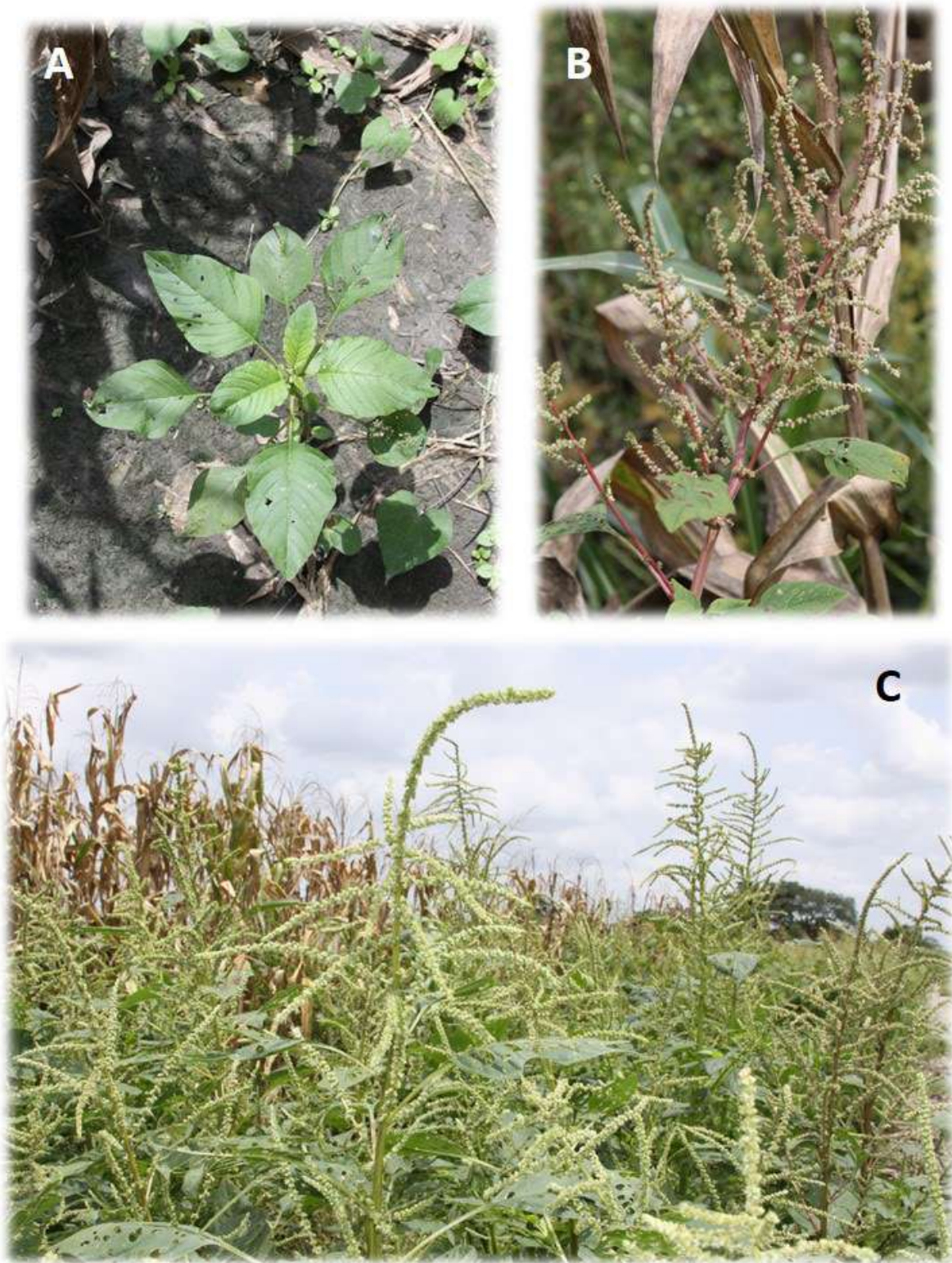
En caña de azúcar aplicaciones de ametrina+ trifloxysulfuron; ametrina, diuron y MSMA en postemergencia temprana y 2,4 D en postemergencia media controlan *A. dubius* (Churion, 2015).

### Herbicidas presiembra

Glifosato + 2,4 D; glifosato+2,4 D+picloran, diquat, paraquat y glufosinato de amonio están recomendado para el control de especies del género *Amaranthus* antes de la siembra de cultivos.

## Debilidades relacionadas con el diagnóstico y manejo

La Pira es una maleza invasiva de fácil reconocimiento en campo, tanto en plántula como cuando es adulta. El manejo actual es fácil con los herbicidas que se usan en los cultivos donde interfieren. No obstante, la hipótesis de que provenga de la hibridación entre *A. spinosus* y *A. hybridus* (*A. quitensis*) (Mosyakin y Robertson, 1996) indica que tiene un genoma que podría tener mutaciones que confieren resistencia a herbicidas, siendo que estas especies ascentrales son malezas que han evolucionado con resistencia a múltiples herbicidas (Heap, 2021).



**Figura 8.** Planta en fase vegetativa (A), rama reproductiva (B) y plantas a la orilla de un maizal en Turén-Portuguesa (C) de la maleza Pira.

## CONCLUSIONES

1. La base del manejo está relacionada con la **maleza** (identificación de la especie que está afectando al cultivo, conocer su biología y ecología; tamaño que ocupa en el banco de semillas del suelo, patrón de emergencia, **cultivo** (selectividad a herbicidas, genética, métodos de siembra y/o riego) y **herbicida** (características físico-químicas, boquillas, momento de aplicación, humedad del suelo, condiciones ambientales cuando se hace la aplicación, dosificación y deriva).
2. Las malezas *S. halepense* y *C. rotundus* al ser plantas perennes y *Oryza* spp. por su afinidad genética con el arroz cultivado son más difíciles de controlar que *R. cochinchinensis*, *E. indica* y *A. dubius*.
3. En Venezuela se ha encontrado que *S. halepense* y *R. cochinchinensis* son resistente a nicosulfuron (herbicida que más se usa en el cultivo de maíz) y foramsulfuron + iodosulfuron. También que *Oryza* spp. ha mostrado resistencia a imazetapir + imazapir y que *E. indica* está mostrando fallas de control con glifosato en campos de maíz en Portuguesa, consideraciones que se deben tomar en cuenta al momento de hacer un plan de manejo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acciaresi, H.; J. Guiamet. 2010. Below- and above-ground growth and biomass allocation in maize and *Sorghum halepense* in response to soil water competition: maize and *Sorghum halepense* in competition for water. *Weed Res.* 50: 481-492.
- Achigan-Dako, E.; O. Sogbohossou; P. Maundu. 2014. Current knowledge on *Amaranthus* spp.: research avenues for improved nutritional value and yield in leafy amaranths in sub-Saharan Africa. *Euphytica* 197(3): 303-317.
- Alves, P.; M. Bachega; J. Moro; M. Lemos; E. Alves; M. Silva; V. Moro. 2003. Identification and characterization of different accessions of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*). *Weed Science.* 51(2): 177-180.
- Ampong-Nyarko K.; S. De Datta. 1991. Handbook for weed control in rice. Manila, Philippines: International Rice Research Institute. 113 p.
- Ananda, G.; H. Myrans; S. Norton; R. Gleadow; A. Furtado; R. Henry. 2020. Wild sorghum as a promising resource for crop improvement. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1108. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.01108/full> [Consultado: 20/6/2021].
- Arle, H.; E. Everson. Johnson grass Control; College of Agriculture, University of Arizona: Tucson, AZ, USA, 1955.
- Avent, T.; J. Norsworthy; C. Brabham; L. Piveta; M. Castner. 2019. In: Pest Management: Weeds. *Arkansas Rice Research Studies* 120. Disponible en: <https://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1162&context=aaesser> [Consulta: 25/6/2021].
- Ávila, W.; A. Bolaños; B. Valverde. 2007. Characterization of the cross-resistance mechanism to herbicides inhibiting acetyl coenzyme-A carboxylase in itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) biotypes from Bolivia. *Crop Protection* 26(3): 342-348.



- Bendixen, L.; U. Nandihalli. 1987. Worldwide distribution of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed Technology* 1: 61-65.
- Bendixon, L. 1988. Soybean (*Glycine max*) competition helps herbicides control johnsongrass (*Sorghum halepense*). *Weed Technol.* 2: 46-48.
- Blanco, A. 2006. Caracterización morfofisiológica y molecular de varietales de arroz maleza y variedades de arroz. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 103 p.
- Bolfrey-Arku, G., B. Chauhan; D. Johnson. 2011. Seed germination ecology of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*). *Weed Science* 59(2): 182-187.
- Bond, J.; J. Griffin. 2005. Weed Control in Corn (*Zea mays*) with an imazethapyr plus imazapyr Prepackaged Mixture 1. *Weed technology* 19(4): 992-998.
- Bridgemohan, P.; C. McDavid. 1993. A model of the competitive relationships between *Rottboellia cochinchinensis* and *Zea mays*. *Ann. Appl. Biol.* 123:649-656.
- Bridgemohan, P.; R. Brathwaite; C. McDavid. 1991. Seed survival and patterns of seedling emergence studies of *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton in cultivated soils. *Weed Res.* 31:265-272.
- Brosnan, J., R. Nishimoto; J. DeFrank. 2008. Metribuzin-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) in bermudagrass turf. *Weed Technology* 22: 675-678.
- Bryson C., M. DeFelice. 2009. *Weeds of the South*. University of Georgia Press, Athens. 480 p.
- Bryson, C; R. Carter. 2008. The Significance of Cyperaceae as Weeds, In: Naczi, R. and B. Ford (Eds.). *Sedges: Uses, Diversity, and Systematics of the Cyperaceae*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. St Louis, MO. 101 p.
- Buckley, S.; D. Usai; T. Jakob; A. Radini; K. Hardy. 2014. Dental Calculus Reveals Unique Insights into Food Items, Cooking and Plant Processing in Prehistoric Central Sudan. *PLoS ONE* 9(7): e100808.
- Buker, R.; S. Steed; W. Stall. 2002. Confirmation and control of a paraquat-tolerant goosegrass (*Eleusine indica*) biotype. *Weed Technology* 16: 309-313.
- Bhullar M.; B. Chauhan. 2015. Seed bank dynamics and emergence pattern of weeds as affected by tillage systems in dry direct-seeded rice. *Crop Prot.* 67: 168-177.
- Calderón-Rzedowski, G.; J. Rzedowski. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2ª ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad Pátzcuaro, Michoacán, México. 1406 p.
- Cao, Q.; B. Lu; H. Xia; J. Rong; F. Sala; A. Spada; F. Grassi. 2006. Genetic diversity and origin of weedy rice (*Oryza sativa* f. *spontanea*) populations found in northeastern China revealed by simple sequence repeat (SSR) markers. *Annals of botany* 98(6): 1241-1252.

- Carmona, W.; G. Velásquez. 2010. Sinopsis del subgénero *Amaranthus* (*Amaranthus*, *Amaranthaceae*) en Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica* 1: 329-356
- Casini, P.; V. Vecchio; I. Tamantini. 1998. Allelopathic interference of itchgrass and cogongrass on germination and early development of rice. *Trop. Agric.* 75: 445-451.
- Castillo, J. 2006. Evaluación de la contaminación con arroz rojo en la producción de semillas y granos de arroz en el estado Portuguesa. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 90 p.
- Caton, B.; M. Mortimer; J. Hill. 2004. A practical field guide to weeds of rice in Asia. Los Baños. Laguna. Philippines. International Rice Research Institute. 116 p.
- Celazier, R. 1958. Cytotaxonomic notes on the subsection *Halepensis* of the genus *Sorghum*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. pp. 49-62.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1988. El coquito (*Cyperus rotundus* L.): Biología, manejo y control. Cali, Colombia. CIAT. 71 p.
- Chang, J. V. G. (2008). Cultivo de arroz sistema intensificado SICA—SRI en Ecuador. Fundación para el Desarrollo Agrícola del Ecuador. Disponible en: <http://sri.cals.cornell.edu/countries/ecuador/EcuGilLibroCultivodiArroz08.pdf> [Consultado: 21/6/2021]
- Chauhan, B.; D. Johnson. 2008. Germination ecology of goosegrass (*Eleusine indica*): an important grass weed of rainfed rice. *Weed Science* 56: 699-706.
- Chauhan, B. S. 2013. Strategies to manage weedy rice in Asia. *Crop Protection* 48: 51-56.
- Chen L.; H. Suh. 2015. Weedy rice—origin and dissemination. Yunnan Publishing Group Corporation, Yunnan Science and Technology Press, China. 234 p.
- Chifan, R.; S. Ramona; G. Ioana, G. 2019. The cyclohexanediones effect on the *Sorghum halepense* control in the sunflower agroecosystem. *Research Journal of Agricultural Science* 51(4): 262-272.
- Chin, D. V. 2001. Biology and management of barnyardgrass, red sprangletop and weedy rice. *Weed Biology and Management* 1(1): 37-41.
- Churion, P. 2015. Evaluación del banco de semilla de malezas del suelo, valor de importancia y su control químico en una finca de producción de caña de azúcar en el estado Aragua. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 46 p.
- Clavijo, J. 1978. Dormancy mechanisms in itchgrass (*Rottboellia exaltata* L.). Dormancy mechanisms in itchgrass (*Rottboellia exaltata* L.). MSc. Thesis, Louisiana State University. 87p.
- Clayton W.; M. Vorontsova; K. Harman; H. Williamson. 2006. GrassBase - The Online World Grass Flora. Disponible: <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:74675-3> [Consultado: 30/6/ 2021].

- Cojulún, V. 2015. Evaluación de cinco mezclas de herbicidas para el control preemergente de caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* L.) y Coyolillo (*Cyperus rotundus* L.) en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), Finca La Flora. Doctoral dissertation. Ingeniería en Agronomía Tropical Universidad de San Carlos de Guatemala. 80 p.
- (CONABIO) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2021. Malezas de México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>. [Consultado 10/6/2021].
- Contreras-Ramos, S.; J. Rodríguez-Campos; A. Saucedo-García; R. Cruz-Ortega; M. Macías-Rubalcava; B. Hernández-Bautista; L. Dendooven; V. Esqueda-Esquivel; A. Anaya. 2013. Mutual effects of *Rottboellia cochinchinensis* and maize grown together at different densities. *Agron. J.* 105(6): 1545-1554
- Cox, C. 1978. Red Rice Problems- A seeds man's viewpoint. In: Red Rice: Research and Control. Proceedings of a Symposium Held at Texas A&M University Agricultural. Research and Extension Center at Beaumont. pp. 7-8.
- Cruz R.; J. Cárdenas. 1974. Resumen de la investigación sobre control de coquito (*Cyperus rotundus* L.) en el Valle del Sinú, Departamento de Córdoba, Colombia. *Rev. COMALFI* (1): 3-13.
- Datta, D.; S. Saxena; S. Ghosh. 2017. Mulch and herbicide impact on weed management, nodulation and quality of soybean [*Glycine max* L. Merrill]. *Ann. Agric. Res. New Series* 38 (4): 1-5-
- Dávila, A. 2019. Evaluación del control químico del *Sorghum halepense* (L.) Pers., provenientes de rizomas y semillas recolectadas en una finca maicera del estado Portuguesa. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 53 p.
- De La Osa F.; A. Rosa, A.; A. Ramírez. 1988. A study of various biological aspects of *Eleusine indica* (L.) Gaertn and *Digitaria adscendens* (L.) Kunth, common species in citrus plantations. *Cultivos Tropicales* 10(1): 69-75.
- Delouche, J.; N. Burgos; D. Gealy; G., Zorrilla; R. Labrada; M. Larinde; C. Rosell. 2007. Weedy rices – Origin, biology, ecology and control. Rome, Italy: FAO Plant Production and Protection Paper. 188 p.
- Delgado, M.; A. Ortiz-Domínguez; C. Zambrano. 2008. Poblaciones de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) WD Clayton con resistencia cruzada entre nicosulfuron y foramsulfuron + iodosulfuron. *Agronomía Tropical* 58(2): 175-180.
- Doll, J. 1996. Capítulo 4. Gramíneas y Cyperaceas. En: Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120). Ed R. Labrada y J.C. Caseley y C. Parker. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Doll, J.; W. Piedrahita. 1982. Effect of glyphosate on the sprouting of *Cyperus rotundus* L. tubers. *Weed Res.* 22: 123-128.
- Edenfeld, M.; B. Brecke; D. Colvin; J. Dusky; D. Shilling. 2005. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control with glyphosate in soybean and cotton. *Weed Technology* 19: 947-953.

- Esau, K. 1965. Vascular differentiation in plants. Ed. Holt, Rinehart & Winston: Flared Boards. New York. 160 p.
- Famoso, A.; D. Harrell; D. Groth; E. Webster; J. Oard; R. Zaunbrecher; S. Linscombe. 2019. Registration of 'PVL01' Rice. *Journal of Plant Registrations*, 13(3): 330-333.
- Ferrero, A. 2003. Arroz-maleza, características biológicas y control - IN: Manejo de malezas para países en desarrollo Addendum I. Ed. Ricardo Labrada. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 34 p.
- Ferrero, A.; F. Vidotto; P. Balsari; G. Airoidi. 1999. Mechanical and chemical control of red rice (*Oryza sativa* L. var. *sylvatica*) in rice (*Oryza sativa* L.) pre-planting. *Crop Protection* 18: 245-251.
- Fischer, A. 1999. Problems and opportunities for managing red rice in Latin America. In: Report of the global workshop on red rice control. 30 August-3 September, Varadero, Cuba. pp 77-85.
- Fisher, H.; R. Menéndez; L. Daley; D. Robb-Spencer; G. Crabtree. 1987. Biochemical characterization of itchgrass (*Rottboellia exaltata*) biotypes. *Weed Sci.* 35: 333-338.
- Fogliatto, S.; A. Ferrero; F. Vidotto. 2020. How can weedy rice stand against abiotic stresses? A review. *Agronomy* 10(9): 1284.
- Fuller, D.; Y. Sato; C. Castillo; I. Qin; A. Weisskopf; E. Kingwell-Banham; J. Van Etten, J. 2010. Consilience of genetics and archaeobotany in the entangled history of rice. *Archaeological and Anthropological Sciences* 2(2): 115-131.
- Gao, P.; Z. Zhang; G. Sun; H. Yu; S. Qiang. 2018. The within-field and between-field dispersal of weedy rice by combine harvesters. *Agronomy for Sustainable Development* 38(6): 55.
- Grant, W. 1959. Cytogenetic studies in *Amaranthus*. II. Natural interspecific hybridization between *Amaranthus dubius* and *A. spinosus*. *Canadian Journal of Botany* 37: 1063-1070.
- Grichar, W. J. 1994. Spiny amaranth (*Amaranthus spinosus* L.) control in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Weed technology*, 199-202.
- Grubben, G. 2004. *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. PROTA 2 Disponible en: <https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?g=pe&p=Amaranthus+dubius+Mart.+ex+Thell.> [Consultado: 29/06/2021]
- Hamada, A.; W. Koch; A. Hamdoun; M. Kunisch; J. Sauerborn. 1993. Effect of temperature, light, and simulated drought on the germination of some weed species from the Sudan. *Angew. Bot.* 7: 52-55.
- Hawton, D.; D. Drennan. 1980. Studies on the longevity and germination of seed of *Eleusine indica* and *Crotalaria gorensis*. *Weed Research* 20(4): 217-223.
- Heap, I. 2021. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Disponible en: [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org) [Consultado: 25/06/2021]

- Hierro, J.; R. Callaway. 2003. Allelopathy and exotic plant invasion. *Plant Soil*, 256: 29-39
- Hiremath, S.; M. Chennaveeraiah. 1982. Cytogenetical studies in wild and cultivated species of *Eleusine* (Gramineae). *Caryologia* 35(1): 57-69.
- Hokche, O.; O. Huber; P. Berry. 2008. Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela. Caracas, Venezuela: Fundación Instituto Botánico de Venezuela. 833 p.
- Holm, L.; D. Plucknett; J. Pancho; P. Herberger. 1991. *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*. Malabar, FL: The University Press of Hawaii. 609 p.
- Holm, L.; J. Pancho; J. Herberger; D. Plucknett. 1979. *A Geographical Atlas of World Weeds*. Wiley-Interscience Publ., New York, NY. 391 p.
- Holm, L.; J. Doll; H. Holm; J. Pancho; J. Herberger. 1997. *World Weeds: Natural Histories and Distribution*. Nueva York. Estados Unidos: John Wiley & Sons Inc. 1152 p.
- Holm, L.; J. Pancho; J. Herberger; D. Plucknett. 1979. *A Geographical Atlas of World Weeds*. John Wiley and Sons, New York. 391 p.
- Horowitz, M. 1972. Early development of Johnsongrass. *Weed Science* 20 (3). 271-273.
- Horowitz, M.; T. Friedman. 1971. Biological activity of subterranean residues of *Cynodon dactylon* L., *Sorghum halepense* L. and *Cyperus rotundus* L. *Weed Res.*, 11: 88-93.
- Hoshikawa, K. 1989. *The growing rice plant, an anatomic monograph*. Nobunkyo Press. Tokio. 310 p.
- Hotche O.; P. Berry; O. Huber. 2008. Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, Caracas, Venezuela. 859 p.
- Hoyos, V., G. Plaza; L. Caicedo. 2017. Diversidad genética del arroz maleza colombiano. In: M. Royuela; A. Zabalza (Eds): XVI Congreso de la Sociedad Española de Malherbología: actas. Pamplona-Iruña. Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa. pp 97-100.
- Hoyos, V.; G. Plaza; X. Li; A. Caicedo. 2020. Something old, something new: Evolution of Colombian weedy rice (*Oryza* spp.) through de novo domestication, exotic gene flow, and hybridization. *Evolutionary Applications*, 13(8): 1968-1983.
- INSAI (Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral). 2021. Epidemiología y de la Vigilancia Fitosanitaria. Disponible en: [http://www.insai.gob.ve/?page\\_id=1488](http://www.insai.gob.ve/?page_id=1488). [Consultado: 10/7/2021].
- Ionescu, N.; A. Perianu; A. Popescu; A.; N. Sarpe; C. Roibu. 1996. Weed control in corn and soybean crops by mechanical and manual management practices. In *Proceedings of the X Colloque International Sur la Biologie Des Mauvaises Herbes*, Dijon, France pp. 359-365.
- Iqbal, J.; Z. Cheema; M. An, 2007. Intercropping of field crops in cotton for the management of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). *Plant Soil* 300: 163-171.

- Kanapeckas, K., T. Tseng; C. Vigueira; A. Ortiz; W. Bridges; N. Burgos; A. Fischer; A. LawtonRauh. 2018. Contrasting patterns of variation in weedy traits and unique crop features in divergent populations of US weedy rice (*Oryza sativa* sp.) in Arkansas and California. *Pest management science* 74(6): 1404-1415.
- Karkanis, A.; D. Athanasiadou; K. Giannoulis; K. Karanasou; S. Zografos; S. Souipas; D. Bartzialis; N. Danalatos. 2020. Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) Interference, Control and Recovery under Different Management Practices and its Effects on the Grain Yield and Quality of Maize Crop. *Agronomy* 10(2): 266.
- Karlen, D.; G. Varvel; D. Bullock; R. Cruse. 1994. Crop Rotations for the 21st Century. *Adv. Agron.* 53: 1-45.
- Karn, E.; T. De Leon; L. Espino; K. Al-Khatib; W. Brim-DeForest. 2020. Phenotypic Diversity of Weedy Rice (*Oryza sativa* f. *spontanea*) Biotypes Found in California and Implications for Management. *Weed Science* 68(5): 485-495.
- Khumto, S.; T. Sreethong; T. Pusadee; B. Rerkasem; S. Jamjod. 2018. Variation of floral traits in Thai rice germplasm (*Oryza sativa*). *Genetic resources and crop evolution* 65(4): 1123-1132.
- Kissmann, K.; D. Groth, 1997. Plantas Infestantes e Nocivas. BASF Brasileira. 2a Edicion. Tomo III, Brasil. 655 p.
- Labrada, R. 1996. *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton. Capítulo 4. Gramíneas y ciperáceas. Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120. En: Labrada, R; J. Caseley y C. Parker. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 127 p.
- Laughlin, D. 2016. Environmental and Developmental Aspects of Sorghum Downy Mildew with Particular Emphasis on Oospores. Doctoral dissertation. Texas A&M University. Texas. EUA. 83 p.
- Lee L.; J. Ngim. 2000. A first report of glyphosate resistant goosegrass [*Eleusine indica* (L.) Gaertn] in Malaysia. *Pest Manag Sci* 56: 336–339.
- Leguizamón, E. 2003. Biología poblacional de Sorgo de Alepo [*Sorghum halepense* L. Pers.] estrategias complementarias y efectos del sistema de manejo. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. 135 p
- Leguizamón, E. 2019. *Sorghum halepense* L. Pers. (sorgo de alepo): Base de conocimientos para su manejo en sistemas de producción. Disponible en: [https://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/Ficha\\_Sorgo\\_alepo.pdf](https://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/Ficha_Sorgo_alepo.pdf) [Consultado: 21/6/2021].
- Lolas, P.; H. Coble. 1980. Johnsongrass (*Sorghum halepense*) growth characteristics as related to rhizome length. *Weed Research* 20(4): 205-210.
- López, J. 2015. Anatomía de plantas cultivadas. Universidad Autónoma del estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas. Unidad de aprendizaje. 286 p.
- Lorenzi, H.; L. Jeffery. 1987. Weeds of the United States and their control. New York, USA. Van Nostrand Reinhold Co. Ltd., 355 p.

- Lugo, M.; C. Ortiz; E. Rosa-Marquez. 2000. *Amaranthus dubius* interference in Sweetpotato. *HortScience* 35(3): 392-393.
- Ma X.; H. Wu; W. Jiang; Y. Ma; Y. Ma. 2015. Goosegrass (*Eleusine indica*) density effects on cotton (*Gossypium hirsutum*). *Integr Agric* 14: 1778-1785.
- Malaguti, G. 2000. Enfermedades del maíz en Venezuela. In H. Fontana y C. González (eds.). Maíz en Venezuela. Fundación Polar, Caracas, Venezuela. pp. 363-405.
- Marzocca, A. 1993. Manual de malezas. 4ta edición. Buenos Aires (Argentina): Hemisferio Sur. 684 p.
- Masin, R.; M. Zuin; S. Otto; G. Zanin. 2006. Seed longevity and dormancy of four summer annual grass weeds in turf. *Weed Research* 46(5): 362-370.
- McCullough, P.; J. Yu; P. Raymer; Z. Chen. 2016. First report of ACCase resistant goosegrass (*Eleusine indica*) in the United States. *Weed Science* 64: 399-408.
- McElroy, J.; W. Head; G. Wehtje; D. Spak. 2017. Identification of goosegrass (*Eleusine indica*) biotypes resistant to preemergence-applied oxadiazon. *Weed Technology* 31: 675-681
- McWhorter, C. 1971. Introduction and spread of Johnsongrass in the United States. *Weed Science*. 19: 496.
- McWhorter, C.; E. Hartwig. 1965. Effectiveness in relation to herbicides in controlling Johnson grass for soybean production. *Agronomy Journal* 57(4): 385-389.
- Meksawat, S.; T. Pornprom. 2010. Allelopathic effect of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) on seed germination and plant growth. *Weed Biology and management* 10(1): 16-24.
- Mercado, B. 1979. Monograph on *Cyperus rotundus* L. *Biotrop. Bull.* 15: 1-63
- Mercado, B. L. 1978. Biology, problems and control of *Rottboellia exaltata* L. f. *Biotrop Bulletin*. No. 14: 5-38.
- Metzger, B. 2019. Evaluation of Tolpyralate for Weed Management in Field Corn (*Zea mays* L.) Doctoral dissertation. University of Guelph. Ontario, Canada. 238 p.
- Millhollon, R.; D. Burner. 1993. Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) biotypes in world populations. *Weed Science* 41(3): 379-387.
- Mitskas, M.; C. Tsohis; I. Eleftherohorinos; C. Damalas. 2003. Interference between corn and Johnson grass (*Sorghum halepense*) from seed or rhizomes. *Weed Science* 51(4): 540-545.
- Moldenhauer, K.; J. Gibbons. 2003. Chapter 2.1: Rice Morphology and Development Rice morphology and development. In: Wayne Smith, C.; R. Dilday (Eds) *Rice: Origin, History, Technology, and Production*. John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, New Jersey. pp. 103-127.
- Molin, W.; R. Kronfol; J. Ray; B. Scheffler; C. Bryson. 2019. Genetic Diversity among Geographically Separated *Cyperus rotundus* Accessions Based on RAPD Markers and Morphological Characteristics. *American Journal of Plant Sciences* 10(11): 2034.

- Monaghan, N. 1979. The biology of Johnson grass (*Sorghum halepense*). *Weed Research* 19(4): 261-267.
- Moreno, P.; C. Caetano; E. Torres; C. Olaya. 2012. Estudio citogenético en *Luziola peruviana* Juss. Ex JF Gmel y sus híbridos intergenéricos con arroz (*Oryza sativa* L.). *Acta Agronómica*, 61(5): 54-56.
- Morros, M.; B. Trujillo; M. Ponce. 1990. Descripción del género *Amaranthus* L., con tres nuevos registros para Venezuela y consiguiente clave para las especies. *Ernstia* 58-59-60: 45-51.
- Mosyakin, S.; K. Robertson. 1996. New infrageneric taxa and combinations in *Amaranthus* (*Amaranthaceae*). *Ann. Bot. Fennici* (33): 275-281.
- Mudge, L.; B. Gossett; T. Murphy. 1984. Resistance of goosegrass (*Eleusine indica*) to dinitroaniline herbicides. *Weed Science* 32: 591-594.
- Muñoz, G.; G. Giraldo; J. Fernández. 1993. Descriptores varietales: arroz, fríjol, maíz, sorgo. Cali, Co: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 174 p.
- Naidu, V. 2012. Hand Book on Weed Identification. Directorate of Weed Science Research. Jabalpur, India 354 p.
- Nalewaja, J. 1999. Cultural practices for weed resistance management. *Weed Technol.* 1999, 13: 643-646.
- Neeser, C.; R. Aguero; C. Swanton. 1997. Survival and dormancy of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tubers. *Weed Science* 45: 784-790.
- Nóbrega Jr, J.; F. Riet-Correa; R. Medeiros.; A. Dantas. 2006. Intoxicação por *Sorghum halepense* (*Poaceae*) em bovinos no semi-árido. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 26(4): 201-204.
- Odero, D.; R. Rice; L. Baucum. 2020. Biology and Control of Goosegrass in Sugarcane. SS-AGR-367. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/sc096> [Consultado: 23/06/2021].
- Olsen, K.; A. Caicedo; Y. Jia. 2007. Evolutionary genomics of weedy rice in the EUA. *Journal of Integrative Plant Biology* 49(6): 811-816.
- Ortiz, A.; L. López; J. Lizaso. 2000. Comparación de algunos componentes del rendimiento, latencia de las semillas y dimensiones de los granos entre poblaciones de arroz rojo y variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 26: 15-25.
- Ortiz, A.; L. Martínez; Y. Quintana; P. Pérez; A. Fischer. 2014. Resistencia de la Paja Johnson [*Sorghum halepense* (L.) Pers.] A los herbicidas nicosulfuron y foramsulfuron + iodosulfuron en Venezuela. *Bioagro* 26(2): 71-78.
- Ortiz-Domínguez, A.; A. Pérez; J. Ochoa; J. Lazo. 2007. Caracterización del arroz rojo proveniente de lotes de semilla de arroz parte I. *Agronomía Tropical* 57(3): 147-156.
- Oyer, E.; G. Gries; B. Rogers. 1959. The seasonal reproduction of Johnson grass plants. *Weeds* 7(13): 10-23.



- Pacheco, J.; L. Pérez. 1989. Malezas de Venezuela. Aspectos botánicos, ecológicos y formas de combate. San Cristóbal, Venezuela. 344 p.
- Pál, R. 2004. Invasive plants threaten segetal weed vegetation of south Hungary. *Weed Technol.* 18:1314–1318.
- Palmer, J. 2009. A conspectus of the genus *Amaranthus* (*Amaranthaceae*) in Australia. *Nuytsia*, 19(1): 107-128.
- Parker, C. 2019. Crop Protection Compendium. Disponible en: <https://www.cabi.org/isc/> [Consultado: 30/6/ 2021].
- Paterson, A.; W. Kong; R. Johnston; P. Nabukalu; G. Wu; W. Poehlman; V. Goff; K. Isaacs; T. Lee; H. Guo H.; D., Zhang; U. Sezen; M. Kennedy; D. Bauer; F. Feltus; E. Weltzien; H. Rattunde; J. Barney; K. Barry; T. Cox; M. Scanlon. 2020. The evolution of an invasive plant, *Sorghum halepense* L. ('Johnsongrass'). *Frontiers in Genetics* 11: 317.
- Paul, R.; C. Elmore. 1984. Weeds and the C4 syndrome. *Weeds Today* 15(1): 3-4.
- Peerzada, A. 2017. Biology, agricultural impact, and management of *Cyperus rotundus* L.: the world's most tenacious weed. *Acta Physiol Plant* 39(12): 270.
- Peerzada, A.; H. Ali; Z. Hanif; A. Bajwa; L. Kebaso; D. Frimpong; N. Ibbal; H. Namubiru; S. Hashim; G. Rasool; S. Manalil; A. Meulen; B. Chauhan. 2017. Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.) Pers. *biological Invasions*: 1-19.
- Peralta, E. 2010. Caracterización del arroz maleza (*Oryza sativa* L.) proveniente de lotes de semillas certificadas por el SENASEM (Servicio Nacional de certificación de semillas del INIA) en Calabozo – estado Guárico. Ciclo 2007 – 2008. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 72 p.
- Pérez, P.; A. Ortiz; Y. Quintana; S. Torres; L. López; A. Anzalone; A. Fischer. 2013. Resistencia de la accesión OS22G de arroz maleza/rojo (*Oryza sativa* L.), a imazapir + imazetapir. Congreso SOVECOM. Acarigua-Portuguesa. 6 p.
- Pitty, A.; R. Muñoz. 1993. Guía práctica para el manejo de malezas. Editorial Zamora. Honduras. 222 p.
- Pl@ntnet. 2021. Riceweeds es - Cyperaceae - *Cyperus rotundus* L. Disponible en: [http://publish.plantnet-project.org/project/riceweeds\\_es/collection/collection/information/details/CYPRO](http://publish.plantnet-project.org/project/riceweeds_es/collection/collection/information/details/CYPRO) [Consultado: 25/06/2021].
- Plantwise. 2016. Eleusine indica. Hojas volantes para agricultores. Edited by participants from Malawi and Uganda at a workshop in Nairobi. CABI. Disponible en: <https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/FactsheetAdmin/Uploads/PDFs/20177800518.pdf>. [Consultado: 28/6/ 2021].
- Prathepha, P. 2009. Seed morphological traits and genotypic diversity of weedy rice (*Oryza sativa f. spontanea*) populations found in the Thai Hom Mali rice fields of north-eastern Thailand. *Weed Biol Manag* 9: 1-9

- Radosevich, S.; J. Holt; C. Ghera. 2007. Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management. John Wiley & Sons. 472 p.
- Rache, G.; J. Lezaun; M. Esparza. 2009. Herbicidas en maíz. Navarra Agraria. 18 p .
- Ramesh, K.; A. Rao; B. Chauhan. 2016. Role of crop competition in managing weeds in rice, wheat, and maize in India: A review. *Crop Prot.* 95: 14-21
- Randall, R. 2012. A Global Compendium of Weeds. Second Edition. Department of Agriculture and Food, Western Australia. 1124 p.
- Rasmussen, K. 2000. Can slurry injection improve the selectivity of weed harrowing in cereals? In Proceedings of the 4th Workshop of the EWRS Working Group on Physical and Cultural Weed Control, Elspeet, The Netherlands. pp. 33-34.
- Reagon, M.; C. Thurber; B. Gross; K. Olsen; Y. Jia; A. Caicedo. 2010. Genomic patterns of nucleotide diversity in divergent populations of US weedy rice. *BMC Evolutionary Biology* 10(1): 1-16.
- Rogers, H.; G. Runion; S. Prior; A. Price; H. Torbert; D. Gjerstad. 2008. Effects of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> on invasive plants: comparison of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* L. and *C. esculentus* L.). *Journal of environmental quality* 37(2): 395-400.
- Roma-Burgos, N.; M. San Sudo; K. Olsen; I. Werle; B. Song. 2021. Weedy Rice (*Oryza* spp.): What's In a Name? *Weed Science* 1-36.
- Rout, M.; T. Chrzanowski; W. Smith; L. Gough. 2013. Ecological impacts of the invasive grass *Sorghum halepense* on native tallgrass prairie. *Biol. Invasions* 15: 327-339.
- Santos, B.; J. Morales-Payan; W. Stall; T. Bewick; D. Shilling. 1997. Effect of shading on the growth of nutsedges (*Cyperus* spp.). *Weed Science* 45: 670-673.
- Saw, K. 2011. Morphological and Microscopical characters of *Eleusine indica* (L.) Gaertn. *Universities Res J*, 4(1): 225-244
- Seng, C.; L. Van-Lun; C. San; I. Sahid. 2010. Initial report of glufosinate and paraquat multiple resistance that evolved in a biotype of goosegrass (*Eleusine indica*) in Malaysia. *Weed Biology and Management* 10(4): 229-233.
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 2000. Malezas cuarentenarias- Guía de reconocimiento. Departamento Protección Agrícola Proyecto Vigilancia Fitosanitaria. Gobierno de Chile. 54 p.
- Standard Evaluation System for Rice (SESR). 2002. International Rice Research Institute (IRRI). Disponible en <http://www.knowledgebank.irri.org/images/docs/rice-standard-evaluation-system.pdf> (Consultado: 26 /11/2020)
- Sezen, U.; J. Barney; D. Atwater; G. Pederson; J. Pedersen; J. Chandler; S. Cox; S., Cox; P. Dotray; D. Kopec; S. Smith; J. Schroeder; S. Wright; Y. Jiao; W. Kong; V. Goff; S. Auckland; L. Rainville; G. Pierce; C. Lemke; R. Compton; C Phillips; A. Kerr; M. Mettler; A. Paterson. 2016. Multi-phase US spread and habitat expansion of a post-columbian invasive *Sorghum halepense*. *PLoS One* 11:e01644584. doi: 10.1371/journal.pone.0164584

- Shang, C. 2006. Occurrence and prevention of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Anhui Agricultural Science Bulletin* 12:79.
- Shrestha, S., G. Sharma; N. Burgos; T. Tseng. 2019. Response of weedy rice (*Oryza* spp.) germplasm from Arkansas to glyphosate, glufosinate, and flumioxazin. *Weed Science* 67(3): 303-310.
- Singh, S.; M. Singh. 2009. Effect of temperature, light and pH on germination of twelve weed species. *Indian J. Weed Science* 41: 113–126.
- Sonnier, E. 1978. Cultural control of red rice. Pages 10-15 in EF Eastin, ed. *Red Rice: Research and Control*. Texas Agric. Exp. Stn. Bull. B-1270.
- Spaunhorst, D. 2020. Influence of establishment timing on growth and fecundity of two itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) biotypes grown in Louisiana. *Weed Science* 68(4): 418-425.
- Steed, S.; C. Marble; N. Boyd; A. MacRae; K. Fnu, K. 2017. Biology and management of goosegrass [*Eleusine indica* (L.) Gaertn.] in ornamental plant production. *EDIS* (1): 6-6.
- Strahan, R.; J. Griffin; D. Jordan, D. Miller. 2000. Interference between *Rottboellia cochinchinensis* and *Zea mays*. *Weed Science* 48: 205-211.
- Suh, H. 2008. Weedy rice. Wild Crop Germplasm Bank, Yeungnam University. 240p.
- Tan, S.; R. Evans; M. Dahmer; B. Singh; D. Shaner. 2005. Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. *Pest Manag. Sci.* 61: 246–257.
- Tascón, E.; A. Fischer. 1997. Malezas específicas y guía de manejo. In: A. Pantoja, A. Fischer, F. Correa-Victoria, L. R. Sanint, and A. Ramirez (eds.). *Manejo Integrado de Plagas en Arroz*, Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 99-116.
- Thomas, P.; J. Allison. 1975. Seed dormancy and germination in *Rottboellia exaltata*. *J. Agric. Sci. Cambridge* 85: 129-134.
- Tiberio, Y. 2013. Distribución espacial y caracterización in situ de los diferentes morfotipos de arroz maleza en Venezuela. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 71 p.
- Torma, M.; E. Bereczki-Kovács. 2004. Study of the allelopathic effect of *Cirsium arvense* (L.) Scop and *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* 5:35–41.
- Torma, M.; G. Kazinczi; L. Hódi; 2006. Postemergence herbicide treatments in maize against difficult to control weeds in Hungary. *J. Plant Dis. Prot.* 20: 781-786
- Torres, H. 2012. Diagnóstico de malezas en granos importados, en el Puerto Internacional de Puerto Cabello. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 68 p.
- Travlos, I.; P.Kanatas; H. Rapti; P. Papastylianou; V. Hatziagapi. 2019. Herbicide resistance of weeds in olive groves and crucial points of integrated weed management. In *Proceedings of the 20th Conference of Weed Science Society of Greece, Agrinio, Greece*. pp. 92-93.

- Travlos, I.; A. Tataridas; P. Kanatas; I. Kakabouki; P. Papastylianou. 2020. Weed management in soybean with a special focus on the control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Agron. Res* 18: 1-8.
- Travlos, I.; A. Tataridas; P. Kanatas; I. Kakabouki; P. Papastylianou. 2020. Weed management in soybean with a special focus on the control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Agron. Res.* 18: 1-8.
- Travlos, I.; J. Montull; G. Kukorelli; G. Malidza; M. Dogan; N. Cheimona, N. Antonopoulos; P. Kanatas; S. Zannopoulos; G. Peteinatos. 2019. Key aspects on the biology, ecology and impacts of Johnsongrass [*Sorghum halepense* (L.) Pers] and the role of glyphosate and non-chemical alternative practices for the management of this weed in Europe. *Agronomy* 9(11): 717.
- Thullen, R.; P. Keeley. 1979. Seed production and germination in *Cyperus esculentus* and *C. rotundus*. *Weed Science* 27: 502–505.
- Tuor, F.; R. Froud-Williams, 2002. Interaction between purple nutsedge, maize and soybean. *Intl. J. Pest Manage* 48: 65-71
- University California –Cooperative Extension (UCCE). 2017. Prevent and eliminate the infestation of weedy rice. Disponible en: <https://caweedyrice.com/> [Consultado: 16/11/2020].
- Uremis, I.; F. Uygur. 1999. Minimum, optimum and maximum germination temperatures of some important weed species in the Cukurova Region of Turkey. *Turkiye Herboloji Dergisi* 2:1-12.
- Uremis, I.; F. Uygur. 1999. Minimum, optimum and maximum germination temperatures of some important weed species in the Cukurova Region of Turkey. *Turkiye Herboloji Dergisi* 2: 1-12.
- Uremis, I.; M. Arslan; A. Uludag; M. Sangun. 2009. Allelopathic potentials of residues of 6 brassica species on johnsongrass [*Sorghum halepense* (L.) Pers.]. *Afr. J. Biotechnol.* 8: 3497-3501
- USDA-NRCS. 2021. The Plants Database. National Plant Data Team, Greensboro, NC USA. Disponible en: <http://plants.usda.gov> [Consultado: 24/6/2021].
- Usui, K.; F. Deng; A. Nagao; I. Shim. 2001. Differential glutathione Stransferase isozyme activities in rice and early watergrass seedlings. *Weed Biology and Management* 1(2): 128-132.
- Uztarroz, D. 2013. Manejo de *Eleusine indica* (pata de ganso) resistente a glifosato. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/rem/manejo-de-eleusine-indica-pata-de-ganso-resistente-a-glifosato/> [Consultado: 2/6/2021].
- Uztarroz, D. 2016. Control de *Eleusine indica* y *Digitaria sanguinalis* con herbicidas postemergentes selectivos para maíz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Disponible: <https://inta.gob.ar/documentos/control-de-eleusine-indica-y-digitaria-sanguinalis-con-herbicidas-postemergentes-selectivos-para-maiz> [Consultado: 17/6/2021].
- Valverde, B. 2004. Progresos en el manejo de *Rottboellia cochinchinensis*. En Manejo de malezas para países en desarrollo Addendum I. In: Labrada, R. (Ed). Estudio Fao Producción y Protección Vegetal 120. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

- Valverde, B.; A. Merayo; R. Reeder; C. Riches. 1999. Integrated management of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis*) in maize in seasonally dry Central America: Facts and perspectives. Proc. Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, Reino Unido, pp. 131-140.
- Vasilakoglou, I.; K. Dhima; I. Eleftherohorinos. 2005. Allelopathic potential of bermudagrass, johnsongrass, and their interference with cotton and corn. *Agron. J.* 97: 303-313.
- Vaughan, D. 1994: The wild relatives of rice, a genetic resources handbook. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 137 pp.
- Wang, C.; L. Guo; Y. Li; Z. Wang. 2012. Systematic comparison of C3 and C4 plants based on metabolic network analysis. *BMC Syst. Biol.* 6:S9
- Warwick, S.; L. Black. 1983. The Biology of Canadian Weeds: 61. *Sorghum halepense* (L.) PERS. *Can. J. Plant Sci.* 63: 997-1014.
- Webster, T.; T. Grey; J. Davis; A. Culpepper. 2008. Glyphosate hinders purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) tuber production. *Weed Science* 56(5): 735-742.
- Wei, X.; X. Huang. 2019. Origin, taxonomy, and phylogenetics of rice. In *Rice* (pp. 1-29). AACC International Press. 29 p.
- Wills, G.; G. Briscoe. 1970. Anatomy of purple nutsedge. *Weed Science* 18: 631-635.
- World Flora Online Consortium (WFO). 2021. Eleusine indica (L.) Gaertn. Disponible en: <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000865718>. [Consultado: 30/6/ 2021].
- Yahaya, A., M. Al Rwahnih; D. Dangora; P. Gregg; M. Alegbejo; P. Lava-Kumar; O. Alabi. 2017. First report of maize yellow mosaic virus infecting sugarcane (*saccharum* spp.) and itch grass (*Rottboellia cochinchinensis*) in Nigeria. *Plant Disease*, 101(7), 1335-1335.
- Yong, Y.; G. Dykes; S. Lee; W. Choo. 2019. Biofilm inhibiting activity of betacyanins from red pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*) and red spinach (*Amaranthus dubius*) against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. *Journal of applied microbiology* 126(1): 68-78.
- Zandstra, B.; C. Teo; R. Nishimoto. 1974. Response of purple nutsedge to repeated applications of glyphosate. *Weed Science* 22: 230-232.
- Zelaya, I. 2019. Fisiología vegetal y modo de acción de los herbicidas. Memorias Técnicas del PCCMCA 2019. IICA. Minicursos. Honduras. <http://apps.iica.int/pccmca/recursos.html>
- Zhang, J., L. Zheng; O. Jäck; D. Yan; Z. Zhang; R. Gerhards; H. Ni. 2013. Efficacy of four post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in summer maize (*Zea mays* L.) fields in North China Plain. *Crop Protection* 52: 26-32.
- Zhang, L., W. Dai; C. Wu; X. Song; S. Qiang. 2012. Genetic diversity and origin of japonica-and indica-like rice biotypes of weedy rice in the Guangdong and Liaoning provinces of China. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59(3): 399-410.