Revista de la Facultad de Agronomía, UCV 2026

julio-diciembre ■ e-ISSN: 1856-5573 ■ ISSN-L 0041-8285 ■ ISSN-H 9063-3008 ■ Depósito Legal Digital: PI200502AR2252

Rev. Fac. Agron. (UCV) Vol. 52 (2): 2026 - págs 107-117

Efecto de florpyrauxifen-benzyl en el control de *Leptochloa scabra* Nees y selectividad en una variedad de arroz

Effect of florpyrauxifen-benzyl on control of *Leptochloa scabra* Nees and selectivity in a rice variety

Sandra Torres y Aída Ortiz*

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

RESUMEN

La maleza cola de zorro (*Leptochloa scabra* Nees) constituye una de las gramíneas más problemáticas en los sistemas arroceros de Venezuela, debido a su capacidad competitiva y adaptación a condiciones de cultivo intensivo, lo que dificulta su manejo y puede afectar la productividad del cultivo. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de florpyrauxifen-benzyl en el control de una accesión de *L. scabra* proveniente de un arrozal del estado Guárico y determinar la selectividad del herbicida sobre la variedad de arroz ASP 18FL. Se establecieron dos bioensayos bajo condiciones controladas, uno para evaluar el control de la maleza y otro para determinar la selectividad sobre el cultivo, mediante un diseño completamente aleatorizado con diez repeticiones. Se aplicaron 30 g i.a. ha^{-1} cuando las plantas presentaban entre tres y cuatro hojas. Se evaluaron el control visual y la fitotoxicidad a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación (DDA), así como la biomasa aérea fresca a los 21 DDA. El control de *L.*

ABSTRACT

Rough sprangletop (*Leptochloa scabra* Nees) is among the most problematic grass weed species in Venezuelan rice production systems due to its high competitive ability and adaptation to intensive cropping conditions, which complicate management and can substantially reduce crop productivity. This study evaluated the efficacy of florpyrauxifen-benzyl for controlling an *L. scabra* accession collected from a rice field in Guárico State, Venezuela, and assessed herbicide selectivity in the rice variety ASP 18FL. Two bioassays were conducted under controlled conditions using a completely randomized design with ten replications: one to evaluate weed control efficacy and another to determine crop selectivity. Florpyrauxifen-benzyl was applied at 30 g a.i. ha^{-1} when plants were at the three- to four-leaf stage. Visual assessments of weed control and crop phytotoxicity were performed at 7, 14, and 21 days after application (DAA), and fresh aboveground biomass was measured at 21 DAA. *Leptochloa scabra* control reached 83.33%, 97.60%, and 94.80% at 7, 14,

Autor de correspondencia: Aída Ortiz
E-mail: aidaortizd@gmail.com
Telf: +58 4145886599

https://doi.org/10.63327/RFA/2026.52.2.08

Recepción: 03-05-2026
Aceptado: 16-09-2026
Publicado: septiembre, 2026

Esta Revista se publica bajo el auspicio del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, UCV

Revista de acceso libre consultando el portal Saber-UCV (https://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/) a través de los correos electrónicos (revistaagronomiaucv@gmail.com; revista.fagro@gmail.com)

scabra fue de 83,33; 97,60 y 94,80 % a los 7, 14 y 21 DDA, respectivamente, con diferencias altamente significativas entre los tiempos de evaluación según la prueba de Friedman (χ^2 = 20,00; 2 G.L.; p < 0,001). La aplicación del herbicida redujo en 91,1 % la biomasa aérea fresca de la maleza respecto al testigo (H = 14,31; p < 0,001). En arroz no se observaron síntomas de fitotoxicidad y la biomasa aérea fresca no difirió entre el testigo y el tratamiento con herbicida (F = 2,62; p = 0,123). Se concluye que florpyrauxifen-benzyl a 30 g i.a. ha^{-1} fue eficaz sobre la accesión evaluada de *L. scabra* y selectivo sobre la variedad ASP 18FL bajo las condiciones del estudio, mostrando potencial como alternativa para su manejo en arroz.

Palabras clave: bioensayo, fitotoxicidad, gramíneas, herbicidas auxínicos, manejo de malezas.

and 21 DAA, respectively, with highly significant differences among evaluation times (Friedman test: χ^2 = 20.00; 2 df; p < 0.001). Herbicide application reduced weed fresh aboveground biomass by 91.1% relative to the untreated control (Kruskal–Wallis: H = 14.31; p < 0.001). No phytotoxicity symptoms were observed in rice, and fresh aboveground biomass did not differ significantly between the untreated control and herbicide-treated plants (ANOVA: F = 2.62; p = 0.123). Florpyrauxifen-benzyl applied at 30 g a.i. ha^{-1} effectively controlled the evaluated *L. scabra* accession and was selective in the rice variety ASP 18FL under the conditions of this study, demonstrating its potential as a management alternative for this weed in rice production systems.

Key words: bioassay, grass weeds, herbicide selectivity, phytotoxicity, synthetic auxin, weed management.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia para la seguridad alimentaria mundial, al constituir la base de la dieta de más de la mitad de la población y aportar una fracción significativa de la ingesta calórica, especialmente en países en desarrollo (Fukagawa y Ziska, 2019). En Venezuela, el arroz desempeña un papel estratégico en el sistema agroalimentario, con una producción concentrada principalmente en los Llanos Centrales y Occidentales, donde el manejo de malezas constituye un factor determinante de la productividad (Ortiz y López, 2012).

Las malezas pueden ocasionar pérdidas de rendimiento superiores al 50 % en arroz, dependiendo del sistema de producción y del período de interferencia (Chauhan y Johnson, 2011). En los sistemas arroceros tropicales, las gramíneas se encuentran entre las malezas más problemáticas debido a su similitud fisiológica con el cultivo y elevada capacidad competitiva. En Venezuela, especies como *Echinochloa colona*, *Ischaemum rugosum* y *Leptochloa scabra* han sido identificadas entre las malezas de importancia en arroz. Particularmente, *L. scabra* posee características que favorecen su establecimiento y persistencia, por lo que constituye una gramínea de relevancia en los arrozales del país (Cásares, 2012).

El control químico continúa siendo un componente fundamental del manejo de malezas en arroz; sin embargo, el uso repetido de herbicidas con mecanismos de acción similares favorece la selección de poblaciones resistentes y compromete la eficacia de las alternativas disponibles (Heap, 2026; Riechers *et al.*, 2024). En *L. scabra* se han documentado la resistencia a Propanil y cihalofop-butilo, situación que incrementa la necesidad de incorporar moléculas con mecanismos de acción diferentes dentro de programas de manejo integrado (Hernández, 2013).

Florpyrauxifen-benzyl es un herbicida perteneciente al grupo de las auxinas sintéticas (HRAC Grupo 4), desarrollado a partir de la clase química de los arilpicolinatos y caracterizado por su actividad a bajas dosis (Zakharychev y Martsynkevich, 2025; Velásquez *et al.*, 2021). Los **arilpicolinatos** son una clase nueva de herbicidas sintéticos que actúan como auxinas sintéticas (reguladores del crecimiento vegetal), desarrollados recientemente por Dow AgroSciences (ahora Corteva Agriscience). Su acción altera las vías de señalización de las auxinas y provoca desregulación del crecimiento, desequilibrio hormonal y alteraciones en la división y elongación celular, que pueden conducir a epinastia, clorosis, necrosis y muerte de las plantas susceptibles. Presenta actividad sobre diferentes especies de gramíneas, ciperáceas y malezas de hoja ancha y selectividad sobre el cultivo de arroz (Inci, 2024).

https://doi.org/10.63327/RFA/2026.52.2.08

La selectividad de florpyrauxifen-benzyl sobre el arroz puede estar influenciada por factores como el cultivar, el estado fenológico y las condiciones ambientales durante la aplicación (Beesinger *et al.*, 2022). La variedad ASP 18FL, desarrollada por Asoportuguesa con el Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR), constituye un material de interés para la producción arrocera venezolana, por lo que resulta pertinente determinar su respuesta a este herbicida. En consecuencia, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de florpyrauxifen-benzyl en el control de una accesión de *L. scabra* proveniente de un arrozal del estado Guárico y determinar la selectividad del herbicida sobre la variedad de arroz ASP 18FL.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones controladas en el invernadero y en el Laboratorio de Malezas del Departamento e Instituto de Agronomía de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (FAGRO-UCV), ubicado en Maracay, estado Aragua, Venezuela.

Bioensayo de control de *Leptochloa scabra*

Se utilizó la accesión de *Leptochloa scabra* LS575G, proveniente del proyecto Manejo Integrado de Malezas en Arroz (MIMA), recolectada en la finca La Pipera, estado Guárico. Previo a la siembra, las espiguillas fueron sometidas a fricción circular suave entre láminas de goma (Dique©) para facilitar la separación de los cariopsis, los cuales posteriormente se pasaron a través de una malla fina para eliminar restos de brácteas.

Se sembraron 10 semillas por pote en recipientes con 500 g de suelo previamente cernido. Se establecieron 20 potes como unidades experimentales, distribuidos en dos tratamientos con diez repeticiones cada uno, bajo un diseño completamente aleatorizado. Los potes se colocaron en bandejas plásticas con una lámina de agua de aproximadamente 5 a 10 cm, a fin de mantener condiciones de saturación. Con el propósito de favorecer la germinación, las bandejas se cubrieron con plástico transparente durante 48 h. Una vez emergidas las plántulas, se realizó un raleo, dejando cuatro plantas por pote (Hernández, 2013). Asimismo, los potes se redistribuyeron aleatoriamente cada tres días con el fin de minimizar posibles efectos asociados con su posición dentro del invernadero.

Tratamientos y aplicación del herbicida

Se evaluaron dos tratamientos: un testigo sin aplicación de herbicida y florpyrauxifen-benzyl a una dosis de 30 g de ingrediente activo por hectárea, equivalente a 1,2 L ha^{-1} del producto comercial. La aplicación se realizó cuando las plantas de *L. scabra* alcanzaron el estado de tres a cuatro hojas, utilizando una cámara de aspersión electrónica (DeVries Manufacturing, EE. UU.), calibrada para un volumen de aplicación de 120 L ha^{-1} y equipada con una boquilla de abanico plano TeeJet 8002.

Cinco días después de la aplicación del herbicida se realizó una fertilización foliar con Energy® a una dosis de 1,5 L ha^{-1}. La fertilización se efectuó uniformemente en todas las unidades experimentales.

Bioensayo de selectividad del herbicida sobre el arroz

Para determinar la selectividad de florpyrauxifen-benzyl sobre el cultivo de arroz, se utilizó semilla certificada de la variedad ASP 18FL, proveniente de ASOPORTUGUESA, estado Portuguesa. Se sembraron tres semillas por pote bajo las mismas condiciones experimentales descritas para el bioensayo de control de *L. scabra*.

Este bioensayo se estableció igualmente bajo un diseño completamente aleatorizado, con dos tratamientos y diez repeticiones por tratamiento, para un total de 20 unidades experimentales. Los tratamientos correspondieron a un testigo sin aplicación de herbicida y florpyrauxifen-benzyl a 30 g i.a. ha^{-1}. La aplicación del herbicida, el volumen de aspersión, el equipo utilizado, la fertilización y el manejo de las unidades experimentales fueron los mismos descritos para el bioensayo de control de *L. scabra*.

Variables evaluadas

El porcentaje de control de *L. scabra* se evaluó a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación (DDA),

mediante estimaciones visuales complementadas con registros fotográficos y utilizando como referencia la escala de la European Weed Research Society (EWRS) (Chaila, 1986).

La fitotoxicidad de florpyrauxifen-benzyl sobre la variedad de arroz ASP 18FL se evaluó a los 7, 14 y 21 DDA mediante observaciones visuales y registros fotográficos, empleando igualmente la escala EWRS.

La biomasa aérea fresca de *L. scabra* y de la variedad de arroz ASP 18FL se determinó a los 21 DDA. Para ello, la parte aérea de las plantas de cada unidad experimental se cortó al ras del suelo y se pesó inmediatamente en una balanza digital. La biomasa aérea fresca se expresó en gramos (g) por unidad experimental.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa Statistix versión 8.0, con un nivel de significancia de $p \leq 0,05$. La normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de Bartlett.

Para el porcentaje de control de *L. scabra*, las evaluaciones realizadas a los 7, 14 y 21 DDA correspondieron a medidas repetidas sobre las mismas unidades experimentales. Debido al incumplimiento de los supuestos requeridos para un análisis paramétrico conjunto, se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman. Cuando se detectaron diferencias significativas, se realizaron comparaciones pareadas mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon con ajuste de Bonferroni.

Para la biomasa aérea fresca de *L. scabra*, cuando no se cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar el tratamiento sin herbicida con el tratamiento con florpyrauxifen-benzyl. Para la biomasa aérea fresca de la variedad de arroz ASP 18FL se utilizó análisis de varianza (ANOVA) cuando se cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bioensayo de control de *Leptochloa scabra*

El porcentaje de control de *L. scabra* presentó diferencias altamente significativas entre los tiempos de evaluación de acuerdo con la prueba de Friedman ($\chi^2 = 20,00$; G.L. = 2; $p < 0,001$). El mayor rango promedio correspondió a los 14 DDA (3,00), seguido de 21 DDA (2,00) y 7 DDA (1,00). El control promedio aumentó de 83,33 % a los 7 DDA hasta 97,60 % a los 14 DDA y disminuyó posteriormente a 94,80 % a los 21 DDA, aunque se mantuvo en niveles elevados. Las comparaciones pareadas mostraron diferencias significativas entre los tres tiempos de evaluación (Cuadro 1). Cabe destacar que el tratamiento testigo, sin aplicación de herbicida, no presentó control de la maleza, por lo que no se incluye en el análisis de porcentaje de control.

El tratamiento con florpyrauxifen-benzyl presentó una elevada eficacia sobre la accesión LS575G de *L. scabra*, con un control de 83,33 % a los 7 días después de la aplicación (DDA), que aumentó significativamente hasta 97,60 % a los 14 DDA. Esta respuesta progresiva es consistente con el carácter sistémico del herbicida y con los procesos de absorción, translocación y metabolismo que ocurren posteriormente a su aplicación foliar. Estudios realizados con florpyrauxifen-benzyl marcado con ^{14}C han demostrado su absorción por los tejidos tratados y posterior translocación hacia otras regiones de la planta, así como su conversión metabólica a florpyrauxifen-ácido, forma biológicamente activa del herbicida (Miller y Norsworthy, 2018; Hwang *et al.*, 2022).

La elevada eficacia observada también es consistente con el modo de acción de florpyrauxifen-benzyl como herbicida auxínico del grupo de los arilpicolinatos. Una vez formado el metabolito activo, la alteración de las vías de señalización de auxinas desencadena cambios en el crecimiento y desarrollo de las plantas susceptibles, asociados con alteraciones hormonales y daños progresivos en tejidos metabólicamente activos. En especies susceptibles pueden observarse síntomas como epinastia, malformaciones foliares, engrosamiento de tejidos, reducción del crecimiento y necrosis, que finalmente comprometen la supervivencia de la planta (Velásquez *et al.*, 2021).

https://doi.org/10.63327/RFA/2026.52.2.08

A los 21 DDA, el control disminuyó significativamente de 97,60 a 94,80 %, aunque permaneció en un nivel agronómicamente elevado. Este comportamiento no debe interpretarse como evidencia de actividad residual de florpyrauxifen-benzyl en el sustrato, debido a que el herbicida fue aplicado en postemergencia sobre plantas establecidas y el diseño experimental no permitió evaluar su persistencia o actividad en el suelo. El mantenimiento del elevado nivel de control hasta los 21 DDA puede relacionarse, en cambio, con los efectos fisiológicos derivados de la absorción, translocación y acción sistémica del herbicida sobre las plantas tratadas.

La disminución observada entre los 14 y 21 DDA podría estar asociada con el inicio de recuperación o rebrote vegetativo de algunas plantas sobrevivientes de la accesión LS575G. Una respuesta de este tipo podría ocurrir si determinados tejidos meristemáticos mantienen suficiente viabilidad para reanudar parcialmente el crecimiento después del daño inicial. Asimismo, diferencias en la absorción, translocación o metabolismo pueden modificar la respuesta de las gramíneas a florpyrauxifen-benzyl; en Echinochloa crus-galli, se ha demostrado que una absorción y translocación limitadas, así como una menor conversión del herbicida a florpyrauxifen-ácido, están asociadas con una menor sensibilidad al tratamiento (Hwang *et al.*, 2022). No obstante, debido a que en el presente estudio no se cuantificaron específicamente la emisión de nuevos macollos, el rebrote ni la supervivencia de tejidos meristemáticos, esta interpretación debe considerarse una hipótesis que requiere evaluación experimental adicional.

Desde el punto de vista agronómico, los niveles de control obtenidos confirman el potencial de florpyrauxifen-benzyl para el manejo de *L. scabra*. Estos resultados coinciden con lo reportado por Teló *et al.* (2018), quienes, en condiciones de invernadero en Luisiana, Estados Unidos, observaron niveles de control cercanos al 82 % *en Leptochloa nealleyi* a los 21 DDA, acompañados de reducciones en variables de crecimiento como número de hojas, número de tallos, altura y peso fresco. En el presente estudio, el elevado control visual también estuvo acompañado de una reducción superior al 90 % de la biomasa aérea fresca de *L. scabra*, lo que confirma que el tratamiento limitó marcadamente el crecimiento de la accesión LS575G.

La incorporación de florpyrauxifen-benzyl en programas de manejo de *L. scabra* también ofrece la posibilidad de diversificar los mecanismos de acción empleados en arroz. En este sentido, se ha reportado que la combinación de herbicidas con mecanismos de acción diferentes puede ampliar el espectro de control de malezas gramíneas. Bi *et al.* (2020), señalaron que la combinación de benzobiciclón, inhibidor de la 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenasa (HPPD), con florpyrauxifen-benzyl puede mejorar el control de gramíneas en arroz, incluyendo *Leptochloa chinensis*. La utilización de diferentes mecanismos de acción, acompañada de otras prácticas de manejo integrado, puede contribuir a disminuir la presión de selección ejercida por el uso repetido de un mismo grupo de herbicidas.

Cuadro 1. Porcentaje de control de *Leptochloa scabra* LS575G y rangos promedio y mediana a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación de florpyrauxifen-benzyl (30 g i.a. ha^{-1}).

Tiempo de evaluación	Control promedio (%)	Mediana (%)	Rango promedio	Grupo[1]
7 DDA	83,33	83	1	c
14 DDA	97,60	98	3	a
21 DDA	94,80	95	2	b

[1] Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tiempos de evaluación según comparaciones pareadas de Wilcoxon con ajuste de Bonferroni ($p \leq 0,05$). DDA: días después de la aplicación. $\chi^2 = 20,00$; G.L. = 2; $p < 0,001$.

La secuencia fotográfica presentada en la Figura 1 evidencia de manera cualitativa la evolución del efecto del florpyrauxifen-benzyl sobre *L. scabra* a lo largo del tiempo, en concordancia con los resultados del control visual mostrados en el Cuadro 1. A los 7 días después de la aplicación (DDA), se observan los primeros síntomas de fitotoxicidad en las plantas tratadas, caracterizados por una ligera clorosis, reducción del crecimiento y deformaciones incipientes en las hojas, mientras que el tratamiento testigo mantiene un desarrollo normal y vigoroso. Esta respuesta inicial coincide con los valores de control moderado registrados en esta etapa.

A los 14 DDA, el efecto del herbicida es más evidente, apreciándose una marcada reducción del crecimiento, mayor clorosis y necrosis en los tejidos foliares, así como una evidente pérdida de vigor en las plantas tratadas. En contraste, las plantas del tratamiento testigo continúan su desarrollo activo. Esta diferencia visual se corresponde con el incremento significativo del porcentaje de control observado en el Cuadro 1, donde se alcanza el nivel máximo de eficacia.

Finalmente, a los 21 DDA, se confirma la persistencia del efecto herbicida, evidenciada por el colapso estructural y la severa afectación de las plantas tratadas, mientras que el testigo presenta un crecimiento completamente desarrollado. Aunque visualmente se mantiene un alto nivel de control, se observa una ligera estabilización de la respuesta, lo cual coincide con la leve disminución registrada en los valores de control visual respecto a la evaluación anterior.

La evidencia fotográfica respalda los resultados cuantitativos del control visual, confirmando la acción progresiva y sostenida del florpyrauxifen-benzyl sobre *L. scabra*, desde la aparición de síntomas iniciales hasta la manifestación de daños irreversibles en las plantas tratadas.

Biomasa aérea fresca de *L. scabra*

El tratamiento con florpyrauxifen-benzyl produjo una marcada reducción de la biomasa aérea fresca de *L. scabra* en comparación con el testigo sin herbicida. La biomasa media disminuyó de 1,865 g en el testigo a 0,166 g con la aplicación de 30 g i.a. ha^{-1}, lo que representa una reducción de 91,1 %. La prueba de Kruskal-Wallis confirmó diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($H = 14{,}31$; G.L. = 1; $p < 0{,}001$), con rangos promedio de 15,50 para el testigo y 5,50 para el tratamiento con

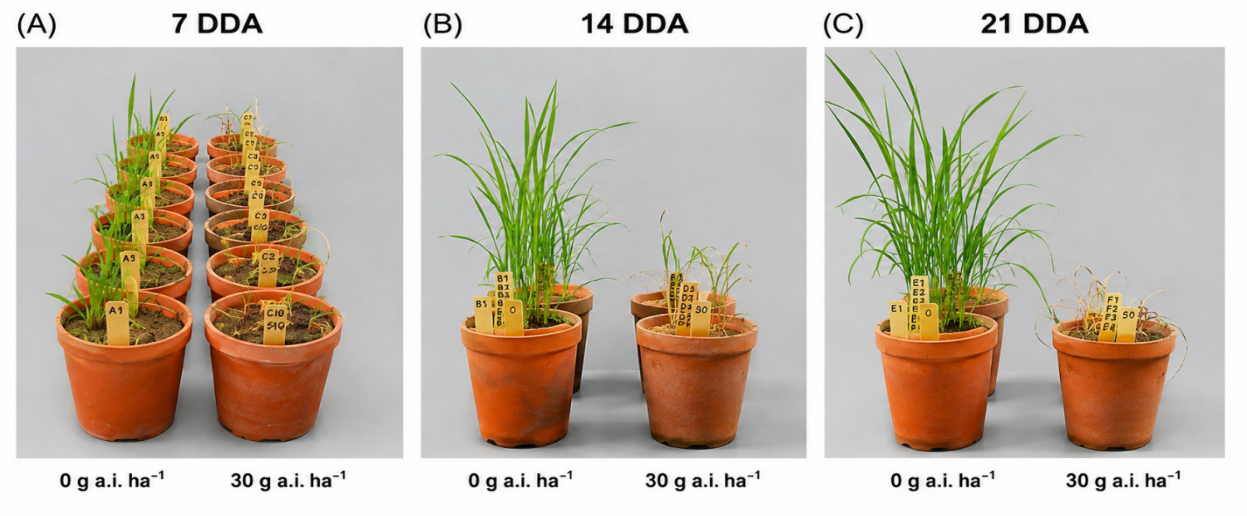


Figura 1. Registro fotográfico del efecto del florpyrauxifen-benzyl (30 g i.a. ha^{-1}) en comparación con el tratamiento testigo sin herbicida (0 g i.a. ha^{-1}) sobre *L. scabra* (LS575G) a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación (DDA). Izquierda: testigo sin herbicida (0 g i.a. ha^{-1}). Derecha: florpyrauxifen-benzyl (30 g i.a. ha^{-1}).

https://doi.org/10.63327/RFA/2026.52.2.08

florpyrauxifen-benzyl (Cuadro 2). Estos resultados evidencian el marcado efecto supresor del herbicida sobre la acumulación de biomasa aérea fresca de *L. scabra*.

La reducción observada en la biomasa constituye un indicador integrador del efecto fitotóxico del herbicida, ya que refleja no solo la inhibición del crecimiento, sino también el deterioro progresivo de los tejidos y la pérdida de funcionalidad fisiológica de las plantas tratadas. En este sentido, los resultados confirman la alta eficacia del florpyrauxifen-benzyl en la supresión del desarrollo de *L. scabra*, en concordancia con los elevados niveles de control visual previamente registrados.

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian una reducción significativa en la biomasa y el crecimiento de *L. scabra* tras la aplicación de florpyrauxifen-benzyl, lo cual confirma su alta eficacia como herbicida postemergente en sistemas arroceros. Este comportamiento coincide con lo reportado en sistemas de arroz de siembra directa, donde la aplicación de florpyrauxifen-benzyl, especialmente en mezcla con otros herbicidas, reduce significativamente la densidad y biomasa de malezas gramíneas, ciperáceas y de hoja ancha en comparación con el testigo sin tratamiento (Kaur *et al.*, 2025).

La reducción de biomasa observada en el presente estudio puede explicarse por el mecanismo de acción del herbicida, el cual actúa como un análogo de auxinas, generando desórdenes fisiológicos severos como malformación foliar, inhibición del crecimiento y necrosis. Este tipo de síntomas ha sido descrito en estudios previos donde florpyrauxifen-benzyl induce respuestas hormonales desreguladas que terminan afectando la división celular y la integridad de los tejidos vasculares (Inci y Al-Khatib, 2022). En consecuencia, la reducción de biomasa no solo refleja un control visual efectivo, sino una interrupción profunda del desarrollo fisiológico de la maleza.

Adicionalmente, la eficacia observada concuerda con estudios en condiciones de campo donde florpyrauxifen-benzyl aplicado en estadios tempranos del cultivo (4–5 hojas) logró niveles de control superiores al 98% en gramíneas y más del 99% en malezas de hoja ancha a los 28 días después de la aplicación (Inci y Al-Khatib, 2026). Esta consistencia en el control sugiere que la oportunidad de aplicación es un factor determinante para maximizar la respuesta herbicida, lo cual también puede explicar la alta sensibilidad observada en *L. scabra* en este estudio.

Por otra parte, los resultados también pueden interpretarse en el contexto del manejo integrado de malezas, donde la reducción de biomasa constituye un indicador clave de disminución de la capacidad competitiva. La literatura indica que la biomasa de malezas está directamente relacionada con su interferencia sobre el cultivo, afectando la captación de luz, agua y nutrientes, y por tanto el rendimiento del arroz (Kaur *et al.*, 2025). En este sentido, el control efectivo de *L. scabra* mediante florpyrauxifen-benzyl representa una ventaja agronómica significativa.

Además, la importancia de incorporar herbicidas con nuevos mecanismos de acción se hace evidente en sistemas arroceros sometidos a alta presión de selección por resistencia. En este sentido, se ha señalado que el florpyrauxifen-benzyl posee un sitio de acción particular dentro del sistema de señalización de auxinas, lo que le confiere eficacia incluso frente

Cuadro 2. Biomasa aérea fresca y rangos promedio de *Leptochloa scabra* LS 575G a los 21 días después de la aplicación de florpyrauxifen-benzyl.

Tratamiento	Biomasa media (g)	Biomasa mediana (g)	Rango promedio	H	G.L.	p
Sin herbicida	1,865	1,78	15,5			
30 g i.a. ha^{-1}	0,166	0,14	5,5			
Kruskal-Wallis				**14,31**	**1**	**< 0,001**

a poblaciones resistentes a herbicidas inhibidores de ALS y EPSPS (Inci y Al-Khatib, 2022). De manera complementaria, se ha reportado que la mezcla de pyraquinate + florpyrauxifen-benzyl constituye una alternativa altamente prometedora para el control de *Leptochloa chinensis*, incluyendo biotipos resistentes a inhibidores de la acetil-CoA carboxilasa (ACCase) (Gao *et al.*, 2024). Estos antecedentes resaltan el valor estratégico del florpyrauxifen-benzyl dentro de programas de manejo integrado y rotación de herbicidas, orientados a retardar la evolución de resistencia en malezas problemáticas del arroz.

En términos más amplios, estudios en sistemas arroceros de Estados Unidos también han demostrado la importancia de diversificar los mecanismos de acción para mejorar el control de malezas y reducir riesgos de resistencia (Greer, 2022). En ese contexto, aunque dicho estudio se enfocó en benzobicyclon, resalta la necesidad de incorporar herbicidas alternativos como florpyrauxifen-benzyl para ampliar el espectro de control y mejorar la sostenibilidad del manejo de malezas.

Los resultados del presente trabajo confirman que florpyrauxifen-benzyl no solo proporciona un control efectivo de *L. scabra*, sino que también reduce significativamente su crecimiento y biomasa, contribuyendo a disminuir su impacto competitivo en el cultivo de arroz. Estos hallazgos respaldan su uso como una herramienta clave dentro de programas de manejo integrado, especialmente en escenarios donde la resistencia a herbicidas representa una limitante creciente.

Biomasa aérea fresca de la variedad de arroz

La biomasa aérea fresca de la variedad de arroz ASP 18FL no presentó diferencias significativas entre el tratamiento sin herbicida y el tratamiento con florpyrauxifen-benzyl. La biomasa media fue de 2,51 g en el testigo y de 2,72 g en las plantas tratadas con 30 g i.a. ha^{-1}. El análisis de varianza confirmó la ausencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos ($F = 2,62$; G.L. = 1,18; $p = 0,123$), con un coeficiente de variación de 11,19 %. Estos resultados indican que, bajo las condiciones evaluadas, la aplicación de florpyrauxifen-benzyl no redujo la biomasa aérea fresca de la variedad ASP 18FL.

La ausencia de diferencias significativas en la biomasa aérea del arroz evidencia un alto grado de selectividad del florpyrauxifen-benzyl sobre el cultivo, indicando que su aplicación no interfiere con el crecimiento ni con el desarrollo fisiológico del arroz bajo las condiciones evaluadas. Este comportamiento respalda su uso agronómico, no solo por su eficacia en el control de malezas, sino también por su seguridad para el cultivo. En este sentido, estudios recientes han demostrado que este herbicida puede ser determinado de manera precisa y confiable en el arroz mediante métodos analíticos optimizados, con recuperaciones cercanas al 100% y alta sensibilidad, lo cual respalda su uso en sistemas productivos desde la perspectiva del monitoreo de residuos (Lopes *et al.*, 2024).

La selectividad del florpyrauxifen-benzyl también ha sido ampliamente documentada en diferentes condiciones agroecológicas. Por ejemplo, se ha reportado que, aunque el herbicida es selectivo al arroz, pueden presentarse síntomas de fitotoxicidad en siembras tempranas o bajo condiciones de baja radiación solar y temperaturas reducidas al momento de la aplicación. Asimismo, el incremento en la dosis y la aplicación en estados fenológicos tempranos (V2 y V6) tienden a aumentar el daño en el cultivo, sin comprometer el rendimiento final (Velásquez *et al.*, 2021). Estos resultados coinciden con lo observado en el presente estudio, donde no se detectaron efectos negativos sobre la biomasa, lo que sugiere que la aplicación se realizó en condiciones adecuadas de manejo.

Desde el punto de vista fisiológico, la selectividad del florpyrauxifen-benzyl está estrechamente asociada al estado de desarrollo del cultivo y a mecanismos relacionados con el balance hormonal. Se ha demostrado que plantas de arroz en estadios tempranos presentan mayor sensibilidad al herbicida, mientras que esta disminuye a medida que avanza el desarrollo, siendo segura su aplicación a partir de aproximadamente 4,5 hojas. Además, se han reportado diferencias en la tolerancia entre tipos de arroz y sistemas de establecimiento, con mayor susceptibilidad en arroz índica y en sistemas de siembra directa en seco. A nivel bioquímico, el herbicida induce alteraciones significativamente mayores en los niveles de fitohormonas, como auxinas (IAA), etileno y ácido abscísico (ABA), en especies susceptibles como *Echinochloa crus-galli* en comparación con el arroz. En particular, el aumento en la biosíntesis de etileno, evidenciado por cambios

https://doi.org/10.63327/RFA/2026.52.2.08

en el contenido de ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) y en la actividad de las enzimas ACC sintasa (ACS) y ACC oxidasa (ACO), sugiere que la disrupción del equilibrio hormonal constituye un mecanismo clave que explica la acción diferencial del herbicida entre la maleza y el cultivo (Velásquez *et al.*, 2021).

El registro fotográfico evidenció que la aplicación de florpyrauxifen-benzyl no generó efectos fitotóxicos relevantes sobre el cultivo de arroz a lo largo del período de evaluación (Figura 2). A los 7 y 14 días después de la aplicación (DDA), las plantas tratadas mostraron un desarrollo similar al del tratamiento testigo, sin manifestación de síntomas visibles de daño, lo cual coincide con los valores de fitotoxicidad registrados (escala EWRS = 1), correspondientes a ausencia de efecto sobre el cultivo.

A los 21 DDA, se observaron leves cambios en algunas plantas tratadas, caracterizados por una ligera clorosis en hojas, sin afectar el vigor general ni el crecimiento del cultivo. Estos síntomas corresponden a valores bajos de fitotoxicidad (EWRS = 1), clasificados como ausencia o presencia de síntomas muy ligeros sin implicaciones agronómicas.

La evaluación visual y el registro fotográfico confirman que florpyrauxifen-benzyl presenta una alta selectividad hacia el cultivo de arroz, ya que no se observaron síntomas visibles de daño ni alteraciones del vigor o crecimiento durante el período experimental, en concordancia con la ausencia de diferencias estadísticas detectadas en la variable fitotoxicidad.

No se observaron síntomas de fitotoxicidad en la variedad de arroz ASP 18FL asociados a la aplicación del herbicida florpyrauxifen-benzyl, lo que evidencia su alta selectividad bajo las condiciones evaluadas. Este comportamiento es consistente con resultados previos obtenidos en otras variedades de arroz, donde tampoco se registraron efectos negativos sobre el cultivo. En este sentido, Zambrano (2021) reportó que la variedad SD20A no presentó síntomas de daño tras la aplicación de 30 g i.a. ha^{-1} de florpyrauxifen-benzyl, y que la biomasa aérea fresca del cultivo fue estadísticamente similar entre el tratamiento con herbicida y el testigo sin aplicación (Zambrano, 2021).

Estos resultados refuerzan la evidencia de que el florpyrauxifen-benzyl posee un elevado grado de selectividad en arroz, ya que no interfiere significativamente con el crecimiento ni el desarrollo fisiológico del cultivo, incluso cuando se aplica en etapas tempranas de desarrollo.



Figura 2. Registro fotográfico del efecto del florpyrauxifen-benzyl (30 g i.a. ha^{-1}) en comparación con el tratamiento testigo sin herbicida (0 g i.a. ha^{-1}) sobre la variedad de arroz ASP 18FL a los 7 (A), 14 (B) y 21 (C) días después de la aplicación (DDA). Izquierda: florpyrauxifen-benzyl (30 g i.a. ha^{-1}). Derecha: testigo sin herbicida (0 g i.a. ha^{-1}).

CONCLUSIONES

Florpyrauxifen-benzyl, aplicado a 30 g i.a. ha^{-1}, fue eficaz para el control de la accesión LS575G de *L. scabra* y selectivo sobre la variedad de arroz ASP 18FL bajo las condiciones evaluadas. La respuesta de la maleza confirma la susceptibilidad de esta accesión al herbicida, mientras que la ausencia de efectos adversos sobre la biomasa del arroz evidencia la tolerancia de la variedad ASP 18FL a la dosis utilizada. Estos resultados sustentan el potencial de florpyrauxifen-benzyl como alternativa para el manejo de *L. scabra* en arroz y su incorporación en programas de manejo integrado de malezas, particularmente para diversificar los mecanismos de acción empleados. Se recomienda validar su eficacia y selectividad en condiciones de campo y considerar la rotación de mecanismos de acción para contribuir a reducir la presión de selección de resistencia.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Las autoras declaran no tener conflictos de interés relacionado con la publicación y el contenido del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV), a través del proyecto Sociedad N° PSU-017199; al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT), mediante el proyecto *"Biología, ecología y manejo integrado de las principales malezas en el sistema de siembra directa y mínima labranza en el cultivo del arroz en Venezuela"*; al Proyecto LOCTI–Agroisleña, *"Manejo Integrado de Malezas en Arroz (MIMA)"*; y al Proyecto FONTAGRO N° FTG-0608-RG-Arroz (UCV–INIA Uruguay), por el financiamiento y apoyo brindados para la realización de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beesinger, J.; J. Norsworthy; T. Butts; T. Roberts. 2022. Rice tolerance to multiple applications of florpyrauxifen-benzyl alone and followed by benzobicyclon. Crop, Forage & Turfgrass Management. 8(1): e20162.

Bi, Y.; L. Dai; C. Wang; J. Li. 2020. Evaluation of herbicidal activity and safety to rice of the combination of benzobicyclon and florpyrauxifen-benzyl. Chinese Journal of Pesticide Science. 22(1): 68-75.

Cásares, M. 2012. Diagnóstico sobre la situación del manejo de malezas y la resistencia a herbicidas en el cultivo de arroz en Venezuela. Trabajo de Ascenso para Asociado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 146 p.

Chaila, S. 1986. Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control. Revista de la Asociación Argentina para el Control de Malezas (ASAM). 14(2): 79.

Chauhan, B.; D. Johnson. 2011. Row spacing and weed control timing affect yield of aerobic rice. Field Crops Research. 121: 226-231.

Fukagawa, N.; L. Ziska. 2019. Rice: Importance for global nutrition. Journal of Nutritional Science and Vitaminology. 65: S2-S3.

Gao, Y.; G. Yuan; J. Fang; Y. Liu; Z. Tian; G. Shen. 2024. A new herbicide combination for weed management in dry direct-seeding indica rice field. Chilean Journal of Agricultural Research. 84(4): 527-539.

Greer, W. 2022. Weed management with pro-herbicides benzobicyclon and florpyrauxifen-benzyl in Louisiana rice production. Tesis doctoral. Louisiana State University. Louisiana, Estados Unidos. 100 p.

Heap, I. 2026. The international survey of herbicide resistant weeds. Disponible en: International Herbicide-Resistant Weed Database. Consultado el 14 de marzo. 2026. Disponible en: www.weedscience.org

Hernández, R. 2013. Efecto de los herbicidas propanil, bispiribac-sodio, cihalofop-p-butil y profoxidim sobre el control de algunas accesiones de *Leptochloa scabra* Nees. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 28 p.

https://doi.org/10.63327/RFA/2026.52.2.08

Hwang, J.; J. Norsworthy; F. González-Torralva; L. Piveta; G. Priess; L. Barber; T. Butts. 2022. Absorption, translocation, and metabolism of florpyrauxifen-benzyl and cyhalofop-butyl in cyhalofop-butyl-resistant barnyardgrass [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.]. Pesticide Biochemistry and Physiology. 180:04999.

Inci, D. 2024. Characterization of florpyrauxifen-benzyl herbicide in California water-seeded rice. Tesis doctoral. University of California, Davis. California, Estados Unidos. 138 p.

Inci, D.; K. Al-Khatib. 2022. Assessment of florpyrauxifen-benzyl in water-seeded rice systems as affected by application timing. SSRN Preprint.

Inci, D.; K. Al-Khatib. 2026. Seasonwide weed management utilizes florpyrauxifen-benzyl in water-seeded rice production systems. Agrochemicals. 5(1): 11.

Kaur, T.; S. Kaur; M. Singh; G. Singh; J. Gill; P. Kaur; M. Bhullar. 2025. Effective weed management under direct seeded rice through use of florpyrauxifen-benzyl plus cyhalofop butyl as post-emergence herbicide in northwestern India. Indian Journal of Agronomy. 70(3): 279-285.

Lopes, J.; L. Sicupira; G. Pinho; F. Silvério. 2024. Extraction method for determining florpyrauxifen-benzyl herbicide in rice. Food Analytical Methods. 17(2): 322-331.

Miller, M.; J. Norsworthy. 2018. Influence of soil moisture on absorption, translocation, and metabolism of florpyrauxifen-benzyl. Weed Science. 66(4): 418-423.

Ortiz, A.; L. López. 2012. El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía (UCV). Edición especial Alcance. 72: 86-108.

Riechers, D.; N. Soltani; B. Chauhan; J. Concepcion; C. Geddes; M. Jugulam; S. Kaundun; C. Preston; R. Wuerffel; P. Sikkema. 2024. Herbicide resistance is complex: a global review of cross-resistance in weeds within herbicide groups. Weed Science. 72(5): 465-486.

Teló, G.; E. Webster; B. McKnight; D. Blouin; S. Rustom Jr. 2018. Activity of florpyrauxifen-benzyl on fall panicum (*Panicum dichotomiflorum*) and Nealley's sprangletop (*Leptochloa nealleyi*). Weed Technology. 32(5): 603-607.

Velásquez, J.; A. Bundt; E. Camargo; A. Andres; V. Viana; V. Hoyos; G. Plaza; L. de Avila. 2021. Florpyrauxifen-benzyl selectivity to rice. Agriculture. 11(12): 1270.

Zakharychev, V.; A. Martsynkevich. 2025. Development of novel pyridine-based agrochemicals: A review. Advanced Agrochem. 4(1): 30-48.

Zambrano, P. 2021. Evaluación del control de *Ischaemum rugosum* y *Echinochloa colona* con el herbicida Rinskor®. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 71 p.