

Efecto de herbicidas preemergentes aplicados mediante riego por goteo en el cultivo de cebolla trasplantada

Effect of pre-emergent herbicides applied by drip irrigation in the transplanted onion crop

Pedro Anibal Vera Ojeda¹, Rubén Alcides Franco Ibars¹, Victoria Rossmar Oviado¹, Julio Salas Mayeregger¹ y Fanni Petrona Ruíz Samudio¹

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia:

pvera@agr.una.py

Conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Contribución de autores:

Todos los autores realizaron contribuciones sustanciales en la concepción y diseño de este estudio, al análisis e interpretación de datos, a la revisión del manuscrito y la aprobación de la versión final. Todos los autores asumen la responsabilidad por el contenido del manuscrito.

Financiamiento:

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), proyecto de investigación PINV15-428.

Periodo de publicación:

Enero-Junio de 2023

Historial:

Recibido: 15/03/2022;

Aceptado: 13/03/2023

Editor responsable:

Enrique Benítez León y Arnaldo Esquivel Fariña

Licencia:

Artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons CC-BY 4.0

RESUMEN

La herbigración tiene como ventajas la reducción de la deriva, menor exposición del operador al producto y la disminución de los costos asociados al manejo de arvenses. Este trabajo se realizó en el Departamento Caaguazú, Paraguay, entre marzo y octubre de 2018, con el objetivo de evaluar la eficacia de diferentes dosis de herbicidas preemergentes, aplicados mediante riego por goteo, en el cultivo de cebolla trasplantada. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas (5>5), donde la parcela principal estuvo constituida por los herbicidas y las subparcelas por las dosis: Flumioxazin (0, 15, 25, 35 y 45 g i.a. ha⁻¹), Oxyfluorfen (0, 240, 312, 384 y 456 g i.a. ha⁻¹), Pendimethalin (0, 800, 1.000, 1.200 y 1.400 g i.a. ha⁻¹), Trifluralin (0, 576, 768, 960 y 1.152 g i.a. ha⁻¹) y S-metolachlor (0, 480, 960, 1.440 y 1.920 g i.a. ha⁻¹), con cuatro repeticiones. Las arvenses con mayor importancia relativa fueron: *Digitaria horizontalis*, *Richardia brasiliensis*, *Galinsoga parviflora*, *Bidens pilosa*, *Amaranthus spinosus* y *Portulaca oleracea*. Los herbicidas utilizados fueron eficaces sobre las especies sensibles y no causaron síntomas de fitotoxicidad sobre el cultivo de cebolla hasta los 21 días después de la aplicación. Las dosis empleadas de oxyfluorfen, pendimethalin, trifluralin y s-metolachlor no afectaron el rendimiento de bulbos del cultivo de cebolla trasplantada.

Palabras clave: *Allium cepa* L., eficacia, herbigración, maleza, productividad

ABSTRACT

Herbigation has several advantages, such as the reduction of drift, the operator's exposure to the product, and the reduction of costs associated with weed management. This work was carried out in the Department of Caaguazú, Paraguay, during the period from March to October 2018, to evaluate the efficacy of different doses of pre-emergent herbicides applied via irrigation water in the transplanted onion crop. The experimental design used was the randomized complete blocks with arrangement in divided plots (5>5), where the main plot consisted of the herbicides (Flumioxazin, Oxyfluorfen, Pendimethalin, Trifluralin and S-metolachlor) and the subplots of the doses of Flumioxazin (0, 15, 25, 35 and 45 g a.i. ha⁻¹), Oxyfluorfen (0, 240, 312, 384 and 456 g a.i. ha⁻¹); Pendimethalin (0, 800, 1,000, 1,200 and 1,400 g a.i. ha⁻¹); Trifluralin (0, 576, 768, 960 and 1,152 g a.i. ha⁻¹) and S-metolachlor (0, 480, 960, 1,440 and 1,920 g a.i. ha⁻¹) with four repetitions. The weeds with the highest relative importance were: *Digitaria horizontalis*, *Richardia brasiliensis*, *Galinsoga parviflora*, *Bidens pilosa*, *Amaranthus spinosus* and *Portulaca oleracea*. Herbicides in the studied doses applied through irrigation water were effective on sensitive species and did not cause symptoms of phytotoxicity on onion crops until 21 DAA. The evaluated doses of Oxyfluorfen, Pendimethalin, Trifluralin and S-metolachlor did not affect the bulb yield in the transplanted onion crop.

Keywords: *Allium cepa* L., efficacy, herbigation, productivity, weed

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que enfrentan los productores de cebolla (*Allium cepa* L.) en el Paraguay es la interferencia ocasionada por las malezas. Conforme a Soares, Pitelli, Braz, Gravena y Toledo (2003), la cebolla presenta hojas semicilíndricas y erectas que, sumado al

lento crecimiento inicial, le confieren una baja capacidad competitiva con las malezas. De acuerdo a Soares, Gravena e Pitelli (2004), las malezas pueden ocasionar reducciones acentuadas de la productividad del cultivo y es superior al 90% cuando se encuentran con alta infestación y no se controlan de forma oportuna y eficaz. Souza et al. (2016) plantean que, en condiciones de convivencia permanente

del cultivo con las malezas, puede obtenerse un cien por ciento de pérdidas de productividad.

La aplicación de los herbicidas preemergentes en las primeras etapas del cultivo de cebolla constituye una estrategia ventajosa, debido a que permite el control de las malezas durante el periodo más crítico. Una de las técnicas empleadas para ello es la herbigación, que consiste en la aplicación de herbicidas a través del agua de riego (Kanimozhi, Sathayamoorthy, Babu y Prabhakaran, 2019), cuyos resultados son destacados por varios autores (Lange, Agamalian y Sciaroni, 1969; Dowler, 1984; Barnes, Lavy y Talbert, 1992; Shaimaa, Abdel-Aziz, El-Bagoury y Moustafa, 2019 y Kanimozhi et al., 2019).

Entre las ventajas de esta técnica, Ogg (1986) mencionan la reducción del uso de mano de obra, tiempo y costo de aplicación, debido al mejor aprovechamiento de la estructura de riego del productor; disminución de la compactación del suelo y de los daños sobre el cultivo, ya que la aplicación del herbicida se realiza directamente al suelo y no sobre el follaje del cultivo; además, puede garantizar la humedad del suelo que promueve la germinación y emergencia de las malezas, y con ello, favorecer la desorción y absorción del herbicida por las malezas.

En este contexto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la eficacia de diferentes dosis de los herbicidas Oxyfluorfen, Pendimethalin, Trifluralin, Flumioxazin y S-metolachlor, aplicados mediante riego por goteo, sobre la población de malezas y la productividad del cultivo de cebolla trasplantada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Departamento de Caaguazú, Paraguay, situado en los 25° 32' de latitud Sur y 55° 59' de longitud Oeste, a una altitud de 315 msnm, durante el periodo de marzo a octubre de 2018. El suelo del área experimental presentó las siguientes características: Clase textural = franco arenosa; pH = 5,5; M.O.=0,84%; P = 4,19 mg kg⁻¹; Ca⁺² = 0,48; Mg⁺² = 0,35; K⁺=0,05 y Al⁺³= 0,0 cmol kg⁻¹. Se utilizó como material genético *A. cepa* var. 'baia periforme'.

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas y con estructura anidada de tratamientos (5>5), donde la parcela principal estuvo conformada por los herbicidas y las subparcelas por las dosis de herbicidas: Flumioxazin (0, 15, 25, 35 y 45 g i.a. ha⁻¹), Oxyfluorfen (0, 240, 312, 384 y 456 g i.a. ha⁻¹); Pendimethalin (0, 800, 1.000, 1.200 y 1.400 g i.a. ha⁻¹); Trifluralin (0, 576, 768, 960 y 1.152 g i.a. ha⁻¹) y S-metolachlor (0, 480, 960, 1.440 y 1.920 g i.a. ha⁻¹) con cuatro repeticiones (Tabla 1).

Se incluyeron testigos pareados en los bloques, que consistieron en parcelas sin control de malezas y que no recibieron aplicación de herbicidas, los mismos fueron utilizados para la identificación de las malezas y el levantamiento de la densidad y frecuencia de la comunidad infestante.

Tabla 1. Herbicidas (H) y dosis (D) evaluados en el experimento.

Herbicidas (H)	Dosis (D)					Unidad
	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	
Flumioxazin	0	15	25	35	45	g i.a. ha ⁻¹
Oxyfluorfen	0	240	312	384	456	
Pendimethalin	0	800	1.000	1.200	1.400	
Trifluralin	0	576	768	960	1.152	
S-metolachlor	0	480	960	1.440	1.920	

g = gramos. i.a. = ingrediente activo. ha = hectárea. Dosis 0 = testigo sin aplicación y con control de malezas.

La unidad experimental estuvo conformada por cuatro hileras del cultivo de cebolla de cuatro metros de largo, utilizando un marco de plantación de 20 x 10 cm entre hileras y plantas, respectivamente. El área útil estuvo conformada por las hileras centrales descartando las laterales y 0,5 m en los bordes. La producción de mudas se realizó en almácigo previamente desinfestado con agua caliente a 80 °C. La preparación de suelo se realizó mediante aradas y rastreadas; posteriormente, se aplicó cal agrícola a razón de 1.500 kg ha⁻¹ e incorporado con motocultor. El trasplante de mudas se efectuó cuando las mismas presentaron cuatro hojas. Para la fertilización química se utilizó la formulación comercial 15-15-15 (NPK), en bandas laterales a razón de cuarenta gramos por metro. El riego se realizó mediante goteo, con una cinta en cada hilera del cultivo, que de acuerdo Franco, Bonnin, Vera, Chamorro y Mancuello (2019), su emisor de flujo turbulento presenta un coeficiente de variación de fabricación (CVf) inferior a 5%, lo que clasifica su uniformidad de caudal como excelente de acuerdo con la normativa de EP405 de la American Society of Agricultural Engineer (ASAE) (1996). El caudal del sistema fue de 5,6 L min⁻¹.

La inyección de los herbicidas al sistema de irrigación se realizó en un tanque de derivación con 1,5 L de volumen (Figura 1) y las dosis de los herbicidas indicadas en la Tabla

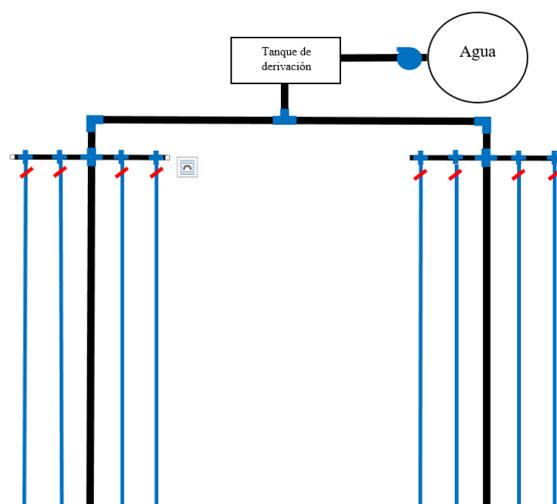


Figura 1. Modelo del sistema de irrigación por goteo utilizado para la aplicación de los herbicidas en el cultivo de cebolla trasplantada. Caaguazú, Paraguay. 2018.

1, fueron aplicadas a los 14 días posteriores al trasplante, cuando las plantas de cebolla presentaron la quinta hoja visible y en preemergencia de las malezas. Las dosis de los herbicidas fueron extrapoladas a gramos de ingrediente activo (i.a.) por metro cuadrado y calculadas en función área del bulbo húmedo de las cintas (0,2 x 4 m) en diez minutos de riego.

El tiempo de goteo para la aplicación de cada tratamiento fue de siete minutos, más tres minutos de aplicación adicional de agua, para evitar la presencia de residuos de los herbicidas en las cañerías y las cintas. Las variables evaluadas fueron: Población de malezas, densidad relativa (DR) y frecuencia relativa (FR) para el cálculo de la importancia relativa de malezas (IR), mediante muestreos aleatorios realizados en el área útil con un cuadro con dimensiones de 0,5 x 0,5 m (área muestral de 0,25 m²) (Carvalho, 2011); el porcentaje de control de malezas y fitotoxicidad sobre el cultivo de cebolla fueron evaluados a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación (DDA) mediante la escala propuesta por la Asociación Latinoamericana de malezas (ALAM, 1974) (Tabla 2). La cosecha se llevó a cabo de forma manual, cuando el 80% de las plantas presentaron elseudotallo doblado. Posteriormente, los bulbos fueron acondicionados bajo un galpón seco para su oreado y curado. Las variables diámetro transversal de bulbos (DTB) y altura del bulbo (AB) fueron medidas mediante un calibrador tipo vernier. El rendimiento de bulbos (RB) se calculó a partir de la masa de los bulbos cosechados del área útil de cada unidad experimental, determinada con una balanza granataria, y los resultados extrapolados a kg ha⁻¹. Las medias obtenidas en el experimento fueron sometidas al análisis de varianza y las variables con diferencias significativas fueron comparadas por el test de Tukey a 5% de error.

Tabla 2. Escala de control de malezas de la Asociación Latinoamericana de malezas (ALAM, 1974).

Porcentaje de control	Descripción del nivel de control
0 - 40	Ninguno o pobre
41 - 60	Regular
61 - 70	Suficiente
71 - 80	Bueno
81 - 90	Muy Bueno
91 - 100	Excelente

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los muestreos efectuados en los testigos absolutos, se identificaron 12 especies de malezas; los mayores valores de importancia relativa (IR) se alcanzaron en: *Digitaria horizontalis* Willd. (DIGHO) (Poaceae) con una IR de 23%; *Richardia brasiliensis* Gomes (RCHBR) (Rubiaceae) con 13,1%; *Galinsoga parviflora* Cav. (GASPA) (Asteraceae) con 12,2%; *Bidens pilosa* L. (BIDPI) (Asteraceae) con 12,0%; *Amaranthus spinosus* L. (AMASP) (Amaranthaceae) con 10,1%, *Portulaca oleracea* L. (POROL) (Portulacaceae) con 9,1% y otras especies

encontradas presentaron un total de 20,5%. DIGHO también superó al resto de las especies en densidad y frecuencia relativa (Tabla 3).

Las especies identificadas fueron relatadas por otros autores que, en condiciones experimentales similares, mencionan a *G. parviflora* (Diniz, Rocha, Carvalho, Soares y Rodrigues, 2019); *P. oleracea*, *Amaranthus lividus* y *D. horizontalis* (Ferreira, Durigan, e Churata-Masca, 1999) y *D. horizontalis*, *G. parviflora* y *Amaranthus* sp. (Soares et al., 2003). Souza et al. (2016) también sugieren que las especies más importantes que aparecen en este rubro son *D. horizontalis*, *Amaranthus* sp., *Bidens subalternans* y *R. brasiliensis*, criterio que concuerda con los resultados obtenidos en este experimento.

Los porcentajes de control de malezas obtenidos a los 7, 14 y 21 DDA, con las dosis herbicidas estudiados, se presentan en la Figura 2 (A, D, G, J, M). Los mayores niveles de control a los 14 DDA se obtuvieron con Flumioxazin, pues clasifica como muy bueno contra *D. horizontalis* con la dosis de 45 g i.a. ha⁻¹ y *R. brasiliensis* con 35 y 45 g i.a. ha⁻¹ (Figura 2B); con Oxyfluorfen se obtuvo un control muy bueno de *D. horizontalis* (384 y 456 g i.a. ha⁻¹) (Figura 2E); con Pendimethalin (1.400 g i.a. ha⁻¹) se obtuvo un control muy bueno de *D. horizontalis* y *P. oleracea* (Figura 2H); con Trifluralin también se obtiene muy buen control de *D. horizontalis* (960 y 1.152 g i.a. ha⁻¹) (Figura 2K) y con S-metolachlor se verificó un control muy bueno de *G. parviflora* (1.920 g i.a. ha⁻¹) y excelente de *D. horizontalis* (960, 1.440 y 1.920 g i.a. ha⁻¹) (Figura 2N). Por otro lado, en las evaluaciones realizadas a los 21 DDA, Flumioxazin arrojó un control muy bueno de las siguientes malezas: *A. spinosus* (15, 25 y 35 g i.a. ha⁻¹), *G. parviflora* (35 y 45 g i.a. ha⁻¹), *P. oleracea* (15 y 25 g i.a. ha⁻¹) y *R. brasiliensis* (15 y 25 g i.a. ha⁻¹). También alcanzó un control excelente de *A. spinosus* (45 g i.a. ha⁻¹), *D. horizontalis* (15, 25, 35 y 45 g i.a. ha⁻¹) y de *P. oleracea* y *R. brasiliensis* con las dosis 35 y 45 g i.a. ha⁻¹ (Figura 2C).

Los niveles de control obtenidos con Oxyfluorfen fueron muy bueno sobre las especies *A. spinosus* (456 g i.a. ha⁻¹), *B. pilosa* (312, 384 y 456 g i.a. ha⁻¹), *D. horizontalis* (240, 312 y 456 g i.a. ha⁻¹); *G. parviflora* (240 y 312 g i.a. ha⁻¹); *P. oleracea* y *R. brasiliensis* (240 g i.a. ha⁻¹) y excelente de *D. horizontalis* con las dosis de 456 g i.a. ha⁻¹, *G. parviflora* (384 y 456 g i.a. ha⁻¹), *P. oleracea* y *R. brasiliensis* (312, 384 y 456 g i.a. ha⁻¹) (Figura 2F).

Los niveles de control con Pendimethalin fueron muy bueno contra *A. spinosus* (1.000 g i.a. ha⁻¹), *D. horizontalis* y *P. oleracea* (800 y 1.000 g i.a. ha⁻¹) y excelente para *A. spinosus*, *D. horizontalis* y *P. oleracea* con 1.200 y 1.400 g i.a. ha⁻¹ (Figura 2I). Los niveles de control observados con Trifluralin fueron: bueno contra *A. spinosus* (1.152 g i.a. ha⁻¹) y *D. horizontalis* (576 y 768 g i.a. ha⁻¹) y excelente para esta última con 960 y 1.152 g i.a. ha⁻¹ (Figura 2L). Con S-metolachlor se obtuvo niveles que corresponden a muy bueno contra *A. spinosus* (480 y 960 g i.a. ha⁻¹), *G. parviflora* (480 g i.a. ha⁻¹); *P. oleracea* y *R. brasiliensis* con 960 y 1.440 g i.a. ha⁻¹, y excelente contra *A. spinosus* (1.440 y 1.920 g i.a. ha⁻¹); *D. horizontalis* (480, 960, 1.440 y 1.920 g i.a. ha⁻¹), *G. parviflora* (960, 1.440 y 1.920 g i.a.

Tabla 3. Valores de Densidad relativa (DR), Frecuencia relativa (FR) e importancia relativa (IR) de las especies de malezas en el experimento. Caaguazú, Paraguay.

Maleza	Familia botánica	DR	FR	IR
		%		
DIGHO	Poaceae	26,9	19,1	23,0
RCHBR	Rubiaceae	13,5	12,8	13,1
GASPA	Asteraceae	11,5	12,8	12,2
BIDPI	Asteraceae	13,5	10,6	12,0
AMASP	Amaranthaceae	9,6	10,6	10,1
POROL	Portulacaceae	9,6	8,5	9,1
Otras	-	-	-	20,5

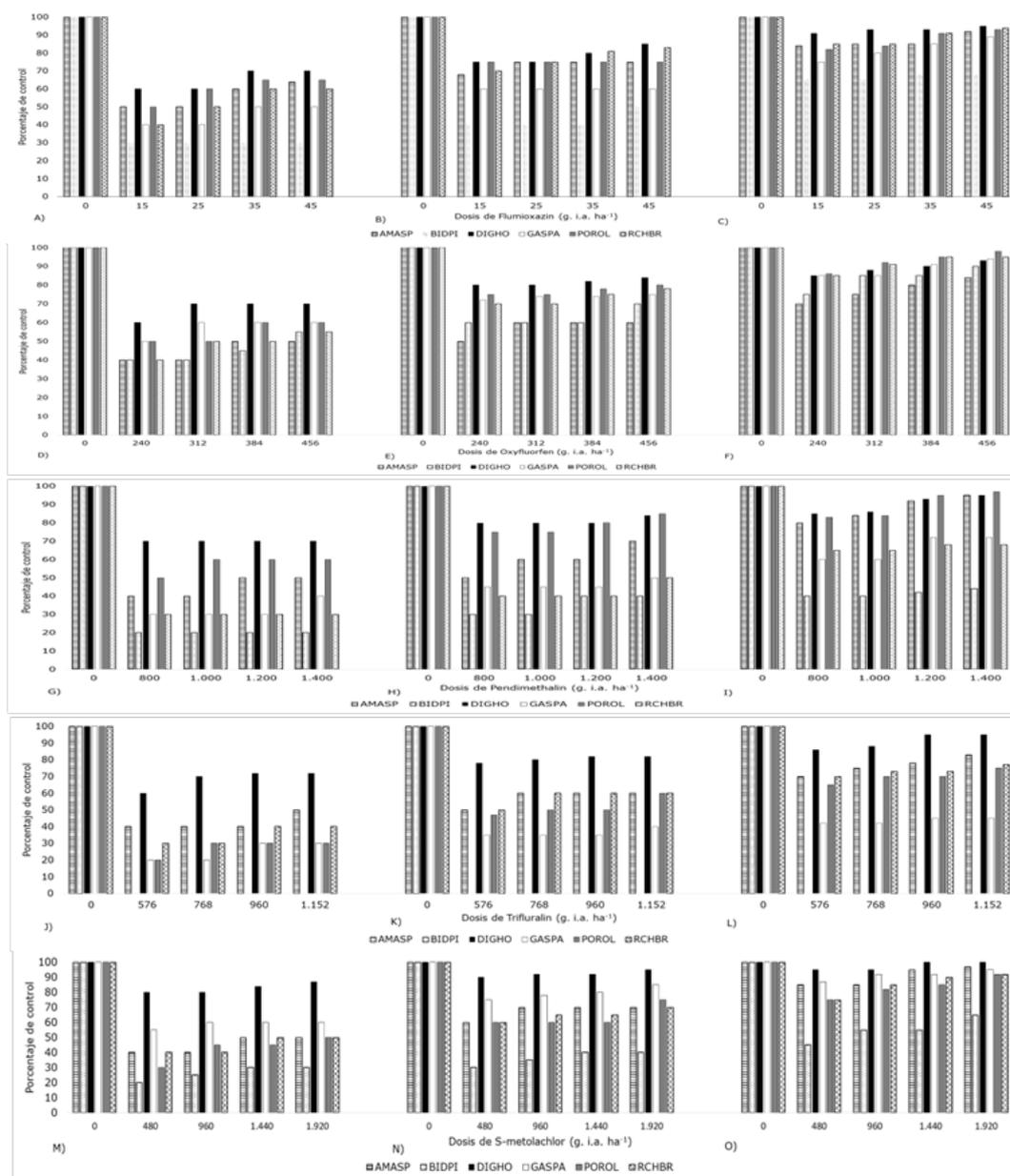


Figura 2. Porcentaje de control de *Amaranthus spinosus* (AMASP), *Bidens pilosa* (BIDPI), *Digitaria horizontalis* (DIGHO), *Galinsoga parviflora* (GASPA), *Portulaca oleracea* (POROL) y *Richardia brasiliensis* (RCHBR) determinados con diferentes dosis de Flumioxazin(A=7DDA)(B=14DDA)(C=21DDA),Oxyfluorfen(D=7DDA)(E=14DDA)(F=21DDA),Pendimethalin(G=7DDA)(H=14DDA)(I=21DDA),Trifluralin(J=7DDA)(K=1DDA)(L=21DDA), y S-metolachlor (M=7DDA)(N=14DDA)(O=21DDA), en el cultivo de cebolla trasplantada (*Allium cepa* L.). Caaguazú, Paraguay.

ha⁻¹), *P. oleracea* y *R. brasiliensis* con la dosis de 1.920 g i.a. ha⁻¹ (Figura 2).

Los resultados obtenidos con Flumioxazin concuerdan con Diniz et al. (2019), quienes relatan que dosis reducidas de este herbicida (de cinco hasta 25 g i.a. ha⁻¹), en el cultivo de cebolla, permiten el control de malezas en estadios fenológicos tempranos.

También se ha demostrado que reduce significativamente la densidad de maleza cuando se aplica solo o combinado con otros herbicidas (López et al., 2020). Ferreira et al. (1999) encontraron que Oxyfluorfen es eficaz para controlar las especies *P. oleracea*, *D. horizontalis* y *Amaranthus lividus*; Qasem (2005) y Hermann, Goll, Phillip y Zandstra (2016) determinaron que Oxyfluorfen es eficaz en el control de malezas que aparecen en el cultivo de cebolla, y Carvalho et al. (2014) relatan que con este herbicida se puede controlar las malezas sensibles hasta los 28 DDA.

Qasem (2005) relata que Pendimethalin es eficaz en el control de malezas en cebolla; mientras que, Sharma, Buttar, Sudeep y Khurana (2009) indican que al aplicar 750 y 1.000 g i.a. ha⁻¹ de Pendimethalin, verificaron controles de 85 y 91%, respectivamente, de la población de malezas sensibles. Marwat, Bakhtiar, Muhammad y Zahid (2005) y Rahman et al. (2011), mencionan que los herbicidas Pendimethalin y S-metolachlor son eficaces para el control de malezas en el cultivo de cebolla.

De acuerdo a las evaluaciones, no fueron observados efectos fitotóxicos sobre las plantas de cebolla luego de la aplicación de las dosis de Oxyfluorfen, Pendimethalin, Trifluralin, Flumioxazin y S-metolachlor. Por otro lado, al comparar las medias obtenidas con la aplicación de herbicidas sobre el cultivo de cebolla, no se detectaron diferencias significativas para las variables DTB, AB y RB, encontrándose medias de 4,76 cm, 5,88 cm y 41.211 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabla 4).

Con relación a la variable DTB, se encontraron diferencias significativas entre las dosis de Flumioxazin, donde las mayores medias fueron encontradas con 15 y 25 g i.a. ha⁻¹,

pero sin diferir del testigo sin aplicación (Tabla 5). Las dosis estudiadas de Flumioxazin no afectaron la altura de bulbo (AB), obteniéndose una media de 5,65 cm; por otro lado, se obtuvo una reducción significativa del rendimiento de bulbos con las dosis de 35 y 45 g i.a. ha⁻¹ de Flumioxazin, respecto al testigo sin aplicación. Las mayores medias se obtuvieron con las dosis 15 y 25 g i.a. ha⁻¹ de Flumioxazin, sin diferir significativamente del testigo sin aplicación (Tabla 5). Diniz et al. (2019) encontraron que la dosis de 25 g i.a. ha⁻¹ de Flumioxazin aplicado en cobertura total y en un estadio fenológico temprano del cultivo, ocasionó una reducción del rendimiento de bulbos de la cebolla.

Salviano et al. (2007) indican que el estadio fenológico constituye un factor que condiciona la tolerancia del cultivo, además, sugieren que en una etapa temprana las plantas de cebolla aún no han acumulado la cantidad suficiente de ceras sobre la superficie de las hojas, que constituye una característica que condiciona el nivel de tolerancia del cultivo a los herbicidas.

Con las dosis de 240 y 312 g i.a. ha⁻¹ de Oxyfluorfen se encontraron las medias superiores de DTB, pero sin diferir estadísticamente del testigo sin aplicación. Las variables AB y RB no fueron afectadas por las dosis aplicadas de Oxyfluorfen, resultado que concuerda con lo reportado por Carvalho et al. (2014), quienes indicaron que Oxyfluorfen fue selectivo para el cultivo de cebolla a 240 g i.a. ha⁻¹.

Herrmann et al. (2016), en un experimento similar, observaron daños visuales que no superaron el 20%.

En este experimento, no se visualizaron efectos fitotóxicos sobre las plantas de cebolla, que puede explicarse por la aplicación de los herbicidas al suelo mediante el sistema de riego, pues la aplicación de Oxyfluorfen en cobertura total del cultivo de cebolla, al igual que de Flumioxazin, podrían causar efectos fitotóxicos, debido a la posibilidad de una absorción foliar (Rodrigues y Sousa de Almeida, 2018).

Qasem (2005) indica que la aplicación de Oxyfluorfen garantiza un control eficaz de malezas y la productividad obtenida con este herbicida, no difiere del testigo con

Tabla 4. Medias obtenidas de Diámetro transversal de bulbos (DTB), altura de bulbos (AB) y rendimiento de bulbos (RB) del cultivo de cebolla trasplantada, con la aplicación de los herbicidas Flumioxazin, Oxyfluorfen, Pendimethalin, Trifluralin y S-metolachlor en el cultivo de cebolla trasplantada (*Allium cepa* L.). Caaguazú, Paraguay.

Herbicidas (H)	DTB (cm)	AB (cm)	RB (kg ha ⁻¹)
Flumioxazin	4,85 a	5,69 a	40.161 a
Oxyfluorfen	4,67 a	5,86 a	40.227 a
Pendimethalin	4,77 a	6,05 a	41.383 a
Trifluralin	4,79 a	5,86 a	43.042 a
S-metolachlor	4,72 a	5,95 a	41.242 a
Media	4,76	5,88	41.211
Fc H	0,42 ^{ns}	2,25 ^{ns}	0,56 ^{ns}
CV (%)	4,86	5,81	10,02

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) ns = no significativo
CV = coeficiente de variación. Fc = Fisher calculada.

Tabla 5. Efectos de las dosis de los herbicidas Flumioxazin, Oxyfluorfen, Pendimethalin, Trifluralin y S-metolachlor sobre las variables DTB, AB y RB en el cultivo de cebolla trasplantada (*Allium cepa* L.). Caaguazú, Paraguay. 2018.

Herbicidas>dosis (g i.a. ha ⁻¹)	DTB	AB	RB
Flumioxazin	(cm)	(cm)	(kg ha ⁻¹)
0	5,16 a	5,90 a	45.590 a
15	5,21 a	5,54 a	44.062 a
25	5,14 a	5,67 a	45.237 a
35	4,37 b	5,67 a	33.017 b
45	4,37 b	5,49 a	32.900 b
Media	4,85	5,65	40.161
Fc	8,88*	1,17 ^{ns}	9,64*
CV (%)	6,05	7,27	10,58
Oxyfluorfen			
0	5,16 a	5,90 a	41.125 a
240	4,72 a	5,98 a	40.302 a
312	4,70 a	6,01 a	39.127 a
384	4,46 b	5,85 a	40.373 a
456	4,53 b	5,55 a	40.208 a
Media	4,71	5,85	40.227
Fc	4,37*	1,72 ^{ns}	0,83 ^{ns}
CV (%)	5,69	4,76	3,89
Pendimethalin			
0	4,66 a	5,90 a	38.892 a
800	4,79 a	6,26 a	45.590 a
1.000	4,68 a	6,22 a	41.595 a
1.200	4,96 a	5,99 a	43.240 a
1.400	4,75 a	5,90 a	37.600 a
Media	4,77	6,05	41.383
Fc	1,00 ^{ns}	1,05 ^{ns}	1,67 ^{ns}
CV (%)	5,06	5,58	12,06
Trifluralin			
0	5,16 a	5,90 a	44.650 a
576	4,95 a	5,62 a	44.180 a
768	4,57 a	5,67 a	43.898 a
960	4,62 a	6,20 a	42.417 a
1.152	4,65 a	5,92 a	40.067 a
Media	4,79	5,86	43.042
Fc	3,02 ^{ns}	1,17 ^{ns}	0,86 ^{ns}
CV (%)	6,08	7,27	9,32
S-metolachlor			
0	4,99 a	5,90 a	38.892 a
480	4,66 ab	5,81 a	43.240 a
960	4,68 ab	5,90 a	43.240 a
1.440	4,68 ab	5,95 a	37.835 a
1.920	4,49 b	6,19 a	44.885 a
Media	4,70	5,95	41.618
Fc	3,66*	0,71 ^{ns}	1,54 ^{ns}
CV (%)	4,10	5,74	11,46

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) ns = no significativo. CV = coeficiente de variación. Fc = Fisher calculada. * significativo ($p < 0,05$). Dosis 0 = Testigo sin aplicación de herbicidas y con control de malezas.

carpida. No se encontraron diferencias significativas entre las dosis de los herbicidas Pendimethalin y Trifluralin sobre las variables DTB, AB y RB (Tabla 5). La media mayor de DTB obtenida con el testigo, no difirió de los valores obtenidos con las dosis 480; 960 y 1.440 g i.a. ha⁻¹ de s-metolachlor, pero fue significativamente superior a la media obtenida con la dosis de 1.920 g i.a. ha⁻¹. Con relación a las variables AB y RB, no se encontraron diferencias estadísticas entre las dosis de S-metolachlor, determinándose medias de 5,95 cm y 41.618 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabla 4). En experimentos similares, los mayores valores de productividad en el cultivo de cebolla se obtuvieron con Pendimethalin y Trifluralin, sin diferencias con el testigo sin aplicación (Lugo, Lugo y Giménes, 1991; Angiras, Kumar y Rana, 2008). Rahman et al. (2011) recomiendan Pendimethalin para obtener mayores rendimientos en el cultivo de cebolla y Marwat et al. (2005) menciona que los mejores resultados se con este, seguidos de S-metolachlor y Trifluralina.

CONCLUSIONES

Las malezas *Digitaria horizontalis*, *Richardia brasiliensis*, *Galinsoga parviflora*, *Bidens pilosa*, *Amaranthus spinosus* y *Portulaca oleracea* evidencian mayor importancia relativa, aunque se logra un control de las mismas con diferentes dosis de los herbicidas Flumioxazin, Oxyfluorfen, Pendimethalin, Trifluralin y S-metolachlor, aplicados en el cultivo de cebolla mediante riego por goteo, sin que causen síntomas de fitotoxicidad sobre las plantas hasta los 21 DDA. Además, no afectan las variables altura y rendimiento de bulbos lo que corrobora que la herbigración puede ser una técnica eficaz para la aplicación de herbicidas preemergentes en el cultivo de cebolla.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Facultad de Ciencias Agrarias da Universidad Nacional de Asunción (FCA/UNA) por la financiamiento del Proyecto de investigación PINV15-428 "Evaluación agro-económica de herbicidas preemergentes, postemergentes y herbigración en el cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.)"

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society of Agricultural Engineers. (1996). Field evaluation of microirrigation systems. EP405.1. ASAE Standards. *Amer. Soc. Agric. Engr.*, pp. 756-759.
- Angiras, N. N., Kumar, S. & Rana, S. (2008). Efficacy of new herbicides alone and in integration with hand weeding to manage weeds in onion (*Allium cepa*). *Himachal Journal of Agricultural Research*, 34(2), 109-112.
- Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) (1974). Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas*, (4), 6-38.
- Barnes, C. J., Lavy, T. Ñ. & Talbert, R. E. (1992). Leaching, dissipation and efficacy of metolachlor applied by chemigation or conventional methods. *Journal of Environmental Quality*, 21 (2), 232-236.
- Carvalho, D. R., Pereira, M. F., Lopes, F. C., Freitas, M.

- G., Oliveira, M. G., Ribeiro, P. R. y Costa, L. (2014). Eficiência do oxyfluorfen no controle de plantas daninhas na cultura da cebola transplantada irrigada por gotejamento. *Revista Agro@mbiente*, 8 (1), pp. 127-133.
- Carvalho, L. B. (2011). Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas (en línea). Jaboticabal, Brasil. Disponible en: https://leonardobcarvalho.files.wordpress.com/2012/12/livro_ecologiaagroecossistemas.pdf
- Diniz, C. A., Rocha, A., Carvalho, R., Soares, G. & Rodrigues, M. (2019). Effectiveness of reduced doses of flumioxazin herbicide at weed control in direct sow onions. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 13 (1). pp. 71-80.
- Dowler, C. C. (1984). Present herbicide application technology with sprinckler irrigation. *Soil and Crop Science Society of Florida*, 43, 6-9.
- Ferreira, L. R., Durigan, J. C. e Churata-Masca, M. (1999). Eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura da cebola em sementeira direta. *Planta Daninha*, 17 (1), pp. 63-72.
- Franco, R. A., Bonnin, J. J., Vera, P. A., Chamorro, S. M. e Mancuello, A. (2019). Caracterização hidráulica de dois modelos de emissores não compensados sob diferentes pressões. En XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 18-20 de setiembre. Campinas, Brasil. Disponible en: <https://www.conbea.org.br/anais/publicacoes/conbea-2019/anais-2019/eas-engenharia-de-agua-e-solo-12/321-caracterizacao-hidraulica-de-dois-modelos-de-emissores-nao-compensados-sob-diferentes-pressoes/file>
- Hermann, C. M., Goll, M. A., Phillip, C. J. & Zandstra, B. H. (2016). Postemergence Weed Control in Onion with Bentazon, Flumioxazin, and Oxyfluorfen. *Weed Technology* 31(2), pp. 1-12.
- Kanimozhi, G., Sathayamoorthy, N. K., Babu, R. & Prabhakaran, J. (2019). Effect of herbigation through micro sprinkler on weeds flora, weed dry weight and weed control efficiency. *International Journal of Chemical Studies*, 7 (3), pp. 3528-3531.
- Lange, A., Agamalian, H. & Sciaroni, R. (1969). Timing of herbicide injection in sprinkler irrigation. In: BAYER, O. E. *Research Progress Report of the Western Society of Weed Science*, Western Society of Weed Science, pp. 69.
- López, G. A., Murillo, C. A., Martínez, J. A., Ayala, F. Yañez, M. G. y López, C.A. (2020). Efecto de herbicidas preemergentes en el control de malezas y el desarrollo de cebolla bajo condiciones de fertirriego. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11 (5), pp. 1149 - 1161.
- Lugo, R., Lugo, J. y Giménes, F. (1991). Control químico de malezas en cebolla (*Allium cepa* L.). *Bioagro*, 3, 11-18.
- Marwat, K. B., Bakhtiar, G., Muhammad, S. & Zahid, H. (2005). Efficacy of different herbicides for controlling weeds in onion in higher altitudes. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 11 (1-2) pp.61-68.
- Ogg, A. G. (1986). Applying herbicides in irrigation water - a review. *Crop Protection*, 5 (1), pp. 53-65.
- Qasem, J. R. (2005). Chemical control of weeds in onion (*Allium cepa* L.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80 (6), 721-726.
- Rahman, H., Ullah, K., Sadiq, M., Zubair, M., Javaria, S., Anwar, M., Mateen, A. (2011). Relative efficacy of different weed control methods in onion (*Allium cepa* L.) crop. *Pakistan Journal of Weed Science*, 17(4), pp. 343-350.
- Rodrigues, B. N. y Sousa de Almeida, F. L. (2018). *Guía de Herbicidas*. 7ª ed. Londrina: Livrocere, 764 p.
- Salviano, A. M., Fernandes, C. A., Tuão, C. A., Batista, C. M., Silva, D. J., Barbosa é Ferreira, T. J. (2007). *Cultivo da cebola no nordeste. Sistema de produção. Empresa brasileiro a de pesquisa agropecuaria*. Disponible en: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spcebola/plantasdaninhas.htm.
- Shaimaa, B. Y., Abdel-Aziz, A. A., El-Bagoury, K. F. & Moustafa, M. M. (2019). Herbigation managements for maximizing green beans crop productivity under drip irrigation system. *AUJAS, Ain Shams University*, 27 (1), 135-145.
- Sharma, S. P., Buttar, G. S., Sudeep, S. & Khurana, D.S. (2009). Comparative Efficacy of Pendimethalin and Oxyfluorfen for Controlling Weeds in Onion (*Allium cepa* L.) Nursery. *Indian Journal of Weed Science*, 41 (1-2), pp. 76-79.
- Soares, D. J., Gravena, R. e Pitelli, R. A. (2004). Efeito de diferentes períodos de controle das plantas daninhas na produtividade da cultura da cebola. *Planta Daninha*, 22 (4), pp. 517-527.
- Soares, D. J., Pitelli, R. A., Braz, L. T., Gravena, R. e Toledo, R. E. (2003). Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura de cebola (*Allium cepa*) transplantada. *Planta Daninha*, 21 (3), pp. 387-396.
- Souza, J. I., Silva, A. A., Chagas, R. R., Oliveira Neto, A. M. Maciel, C. D., Resende, J. T. & Ono, E. O. (2016). Weed interference periods and transplanting densities of onion crop in the brazilian region of Guarapuava. *Planta Daninha*, 34 (2), pp. 299-308.