

ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluación de herbicidas en el cultivo de la piña (*Ananas comosus* L.) var. mD2 para el control de malezas en suelos ferralíticos rojos

Evaluation of herbicides in pineapple (*Ananas comosus* L.) var. mD2 for weed control in red ferralitic soils

Ermenegildo Paredes Rodríguez^{1*}, Feliberto Barrio T.², Yuliesky Lobaina D.²¹Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, Cuba.²UEB piña, Empresa Agroindustrial Ceballos, provincia de Ciego de Ávila, Cuba.*Autor para correspondencia: eparedes@inisav.cu

RESUMEN

Se evaluó la selectividad de la variedad de piña MD2 y la efectividad sobre las malezas de los herbicidas Hexaron 60 GD (diuron 48 % + hexasina 12 %) a 0,12; 0,24 y 0,48 kg · ia · ha⁻¹, S-metolachlor 96 CS a 1,92; 2,88 y 3,84 kg · ia · ha⁻¹, pendimetalin 33 CS a 0,66; 0,99 y 1,32 kg · ia · ha⁻¹ y oxifluorfen CE 24 a 0,24; 0,36 y 0,48 kg · ia · ha⁻¹, en fase experimental, y las mezclas de S-metolachlor + oxifluorfen a 1,92 + 0,48 kg · ia · ha⁻¹, pendimetalin + oxifluorfen a 0,99 + 0,48 kg · ia · ha⁻¹ en fase extensiva. Ambos experimentos se realizaron sobre suelo ferralítico rojo en la provincia de Ciego de Ávila, con el objetivo de buscar nuevos formulados selectivos que contribuyan al manejo de malezas. Como resultado se obtuvo que la efectividad de los tratamientos de pendimetalin 33 CS 0,99-1,32 a kg · ia · ha⁻¹, metolachlor 96 CS a 2,88-3,84 kg · ia · ha⁻¹, oxifluorfen 24 CS a 0,36-0,48 kg · ia · ha⁻¹ y hexaron 60 GD a 0,18-0,24 kg · ia · ha⁻¹ fueron significativamente superiores al estándar en el control de monocotiledóneas. Para las dicotiledóneas solo hubo diferencia significativa con hexaron 60 GD a 0,24 kg · ia · ha⁻¹ y el estándar diuron + ametrina (80 + 80) PH a (3,2 + 2,4) kg · ia · ha⁻¹ con resultados ligeramente superior a los anteriores. Tales aplicaciones no produjeron diferencia significativa entre tratamientos y los parámetros de desarrollo del cultivo, así como no se observó ningún efecto de fitotoxicidad en las plantas. Los resultados de la extensión demostraron que la mejor efectividad se obtuvo con las mezclas de pendimetalin + oxifluorfen (0,99 + 0,48) kg · ia · ha⁻¹ con 84 %, seguida de metolachlor + oxifluorfen (1,92 + 0,48) kg · ia · ha⁻¹ con 82,6 %, ambos aplicados 20-30 días posterior al residual ixosafutole 0,0864 kg · ia · ha⁻¹ y comparados con el estándar diuron + ametrina (3,2 + 2,4) kg · ia · ha⁻¹.

Palabras claves: Fitotoxicidad, cobertura, hoja D, selectividad

ABSTRACT

The selectivity of the MD2 pineapple variety and the effectiveness on weeds of the herbicides Hexaron 60 GD (diuron + hexasina) at (0.12, 0.24 and 0.48) kg · ia · ha⁻¹, S were evaluated -metolachlor 96 CS at (1.92, 2.88 and 3.84) kg · ia · ha⁻¹, pendimetalin 33 CS at (0.66, 0.99 and 1.32) kg · ia · ha⁻¹ and oxyfluorfen CE 24 at (0.24, 0.36 and 0.48) kg · ia · ha⁻¹, in the experimental phase and the mixtures of S-metolachlor + oxyfluorfen at (1.92 + 0.48) kg · ia · ha⁻¹, pendimetalin + oxyfluorphen at (0.99 + 0.48) kg · ia · ha⁻¹ in extensive phase, both experiments were carried out on red ferralitic soil in the province of Ciego de Ávila, as results it was obtained that the effectiveness of the treatments of pendimetalin 33 CS (0.99-1.32) at kg · ia · ha⁻¹, metolachlor 96 CS at (2.88-3.84) kg · ia · ha⁻¹, oxyfluorfen 24 CS at (0.36-0.48) kg · ia · ha⁻¹ and Hexaron 60 GD (diuron + hexasina) at (0.18-0.24) kg · ia · ha⁻¹ were significantly superior to the standard in the monocot control. For dicots there was only significant difference with Hexaron 60 GD, (diuron + hexasina) at 0.24 kg · ia · ha⁻¹ and the standard diuron + ametrina (80 + 80) PH at (3.2 + 2.4) kg · ia · ha⁻¹ with slightly better results than the previous ones. Such applications did not produce significant difference between treatments and the development parameters of the crop, as well as no effect of phytotoxicity in the plants. The extension results showed that the best effectiveness was obtained with the mixtures of pendimetalin + oxyfluorfen (0.99 + 0.48) kg · ia · ha⁻¹ with 84 %, followed by metolachlor + oxyfluorfen (1.92 + 0.48) kg · ia · ha⁻¹ with 82.6%, both applied 20-30 days after the residual ixosafutole 0.0864 kg · ia · ha⁻¹ and compared with the standard (diuron + ametrina (3.2 + 2.4) kg · ia · ha⁻¹).

Key words: Phytotoxicity, coverage, sheet D, selectivity

Recibido: 03 de noviembre de 2020

Aceptado: 07 de diciembre de 2020

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

INTRODUCCIÓN

La piña (*Ananas comosus*) es originaria del continente americano, específicamente de la cuenca superior del Paraná, entre Brasil, Paraguay y Argentina (IIFT, 2011). Pertenecer a la familia bromeliácea e incluye unas 2000 especies. La producción en el mundo se concentra especialmente en Asia y América. Indonesia es el mayor productor con 18 333,397 t anuales para consumo local e industria, seguido por Costa Rica con 2 739,084 t que destina a la exportación de producto fresco hacia Norteamérica y Europa (Chaves, 2018). En Cuba lo que se produce se destina al consumo fresco, industria y una pequeña parte a la exportación de la variedad MD2.

Las malezas han sido consideradas históricamente como una de las adversidades biológicas más importantes que limitan significativamente el rendimiento de los cultivos (Papa y Tuesca, 2017).

Las hojas de la piña son de crecimiento semierecto con ángulos agudos desde la base, lo que ejerce poca sombra sobre el suelo, favorece así la entrada de luz y la continua brotación de semillas de malas hierbas que establecen competencia durante todo el ciclo del cultivo. La distancia de plantación para obtener altos rendimientos no permite la entrada de equipos para las labores de deshierbes (IIFT, 2011), de ahí que es indispensable la aplicación de herbicidas residuales y foliares, cuando prevalecen las especies de malezas con coberturas mayores del 26 % (dominantes), equivalente al grado 3 o 4 de la escala de evaluación cualitativa, según Pérez (1979).

El diuron [3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea] es un herbicida derivado de la urea que se usa frecuentemente en pre y posemergencia para controlar una amplia variedad de malezas anuales y perennes en cultivos de caña de azúcar, café, piña, cítricos, plátano y bananos (LOPA, 2016). Según Djabban et al. (2007) y Zheng et al. (2008, citados por Peña-Martínez et al. (2018), el producto es relativamente estable en agua, no fotosensible y persistente en suelo, por lo cual la contaminación de aguas subterráneas y superficiales se considera un grave problema. Este herbicida tiene la capacidad de inhibir la reacción de Hill, bloqueando el transporte de electrones e inhibiendo con ello la fotosíntesis (foto sistema II) (Ahrens y Edwards, 1994). La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) lo ha clasificado como probable carcinógeno con base de estudios toxicológicos en ratas (US-EPA, 1999). La adsorción de diuron está positivamente correlacionada con el contenido de materia orgánica y arcillas en el suelo. Esta molécula puede entrar en los ecosistemas de agua dulce por escurrimiento y lixiviación, lo que ha evidenciado riesgos potenciales para varios organismos acuáticos (Oliver et al., 2005). El diuron es relativamente estable en agua, no es fotosensible, pero sí persistente en suelo, por lo cual la contaminación de aguas subterráneas y superficiales se considera un grave problema

(Imache et al., 2008 y UK-EPA Pesticides, 2002, citado por Peña et al., 2018).

La ametrina (2-etilamino-4-isopropilamino-6-metiltio-1, 3,5-triazina) es un herbicida de la familia de las s-triazinas que se absorbe por las raíces y las hojas de las plantas. Se caracteriza por ser un inhibidor de la fotosíntesis, bloquea el transporte de electrones (Liu et al., 2017). Se emplea en cultivos de piña, caña de azúcar y plátano, entre otros. Dentro del grupo de la triazinas, es el herbicida que más se adsorbe fuertemente a los componentes del suelo, y aunque se conoce su prohibición en la Unión Europea debido a los efectos adversos estudiados de las s-triazinas en organismos vivos, es usada en Colombia y Cuba (Sandoval et al., 2013; Lopa, 2016). Correa et al. (2018) plantean que la aplicación de diuron, seguido de ametrina, provocaron mayor estrés fisiológico en el cultivo y afectan negativamente el aparato fotosintético de las plantas de piña, provocando estrés fisiológico y la reducción de los valores de la relación fluorescencia variable y máxima. De lo anterior se desprende la necesidad de la sustitución de ambos formulados y la búsqueda de nuevas formulaciones que no afecten el medio ambiente para su introducción.

Adama (2019) plantea que el oxifluorfen detiene el crecimiento de la membrana celular al desorganizar el crecimiento de las malezas cuando se aplica en posemergencia. Este herbicida también actúa en premergencia sobre el coleóptilo y el epicotileo de las semillas, además de ser absorbido lentamente por los tallos, hojas y en menor grado por las raíces. La aplicación debe realizarse entre 0,5 y 0,70 m de altura de la piña a los 50-60 días de la plantación. El producto se degrada en el suelo, lo que permite una rotación de cultivos sin problemas para el cultivo sucesor.

Entre los parámetros a evaluar para conocer el desarrollo del cultivo y la posible afectación de los tratamientos de herbicidas, la hoja D es la más joven entre las hojas adultas y la que fisiológicamente se encuentra más activa. Esta se utiliza para evaluar el crecimiento y el estado nutricional de la planta de piña (Rodríguez et al., 2016); también se midió la altura de las plantas y el número de hojas por planta como parámetros para detectar posibles afectaciones de los herbicidas evaluados.

La aplicación de herbicidas residuales y foliares selectivos ya registrados como bromacil, diuron, isoxaflutole, ametrina y fluzafop- p- metilo (Lopa, 2016) no resuelven el manejo de malezas; aun cuando son aplicados durante todo el ciclo del cultivo, ninguno llega a controlar todos los enmalezamientos. Además, en el caso de bromacil, Pérez (1979) afirma que deja residuos en el suelo que dificulta la rotación.

con otros cultivos y contamina las fuentes de aguas subterráneas, por lo que en la actualidad su uso está discontinuado. Se conoce la selectividad al cultivo y efectividad de los herbicidas S-metolachlor, hexasina y pendimetalin como graminicidas, así como oxifluorfen para el control de hojas anchas y cyperaceas, entre otros (Adama, 2019).

En el cultivo de la piña la distancia de plantación para obtener altos rendimientos no permite la entrada de equipos para realizar labores de deshierbes manuales y mecánicos (IIFT 2011), lo que hace indispensable hacer un buen manejo de las malezas, piña, y además reducir el potencial del banco de semillas de malezas en el suelo como problema principal a resolver en los suelos rojos ferralíticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación de los herbicidas se realizaron dos ensayos, uno en parcelas de 22 m² con diseño de bloques al azar y cuatro réplicas; y una extensión de los mejores resultados en parcelas de 0,29 ha, ambos sobre suelo ferralítico rojo en la UEB piña de la Empresa Agroindustrial Ceballos en la provincia de Ciego de Ávila. La plantación se realizó en canteros de 1,10 m de ancho y 0,80 m entre hileras a doble surco, mediante el uso de hijos (claveles), de 200-250 g de peso, desinfestados con Ridomil Gold. MZ PH 68 % (metalaxil + mancozeb), 2,5 kg de PC para el control de *Phytophthora* sp. y diazinon CE 60 al 0,2 % contra cóccidos, ambos en una solución de 100 L de agua durante 10 min.

Los herbicidas seleccionados para su evaluación aparecen en la Tabla 1. Los mismos fueron Halt 96 CS (S-metolachlor), Hexaron 60 GD (diuron + hexasina (48 + 12), Pendimentalin 33 CS (pendimentalin) y Galigan CE 24 (oxifluorfen), todos ya evaluados y registrados por la Oficina Central de Plaguicidas en otros cultivos, los que aparecen en la Lista Oficial de Plaguicidas Autorizados (Lopa, 2016). Finalmente se incluyeron las mezclas de S-metolachlor, pendimentalin,

ambos con oxifluorfen y hexaron en combinación con isoxaflutole (0,0864) kg • ia • ha⁻¹ en presiembra en parcelas de extensión como un segundo experimento (Tabla 2).

Los tratamientos en ambos experimentos se realizaron en posemergencia de las malezas y la evaluación de efectividad por la escala de cuatro grados y el porcentaje de cobertura por especies, y para la selectividad se utilizó una escala de fitotoxicidad visual de 1 al 6° (WRO), modificada por Pérez *et al.* (2009) a los 15 y 30 días de la aplicación.

Para la aplicación de los herbicidas en el primer experimento se utilizó una mochila plástica Modelo Matabi de 15 L de capacidad con boquilla de abanico plano (politip azul de 1,2 mm de diámetro), una presión de 2,0 kg • cm⁻² y una solución final de 325 L/ha. En la extensión se usó una aspersadora de arrastre modelo Jacto de 2000 L de capacidad, con boquilla de abanico plano, una presión de 4,0 kg/cm² y una solución final de 250 L • ha⁻¹. Todas las aspersiones se realizaron en horas de la mañana con temperaturas menor de 30 °C y velocidad del viento menor de 4 m • s⁻¹.

En ambos experimentos se evaluó la altura de cinco plantas por parcela, la longitud de la hoja D en centímetros y el número de hojas emitidas a los 60 días posterior a la aplicación para conocer el desarrollo del cultivo y la posible afectación por los tratamientos de herbicidas. La hoja D es la joven entre las hojas adultas y la que fisiológicamente se encuentra más activa. Esta se utiliza para evaluar el crecimiento y el estado nutricional de las plantas de piña (Rodríguez *et al.*, 2016). En este caso se valoró el posible efecto de los tratamientos herbicidas sobre el crecimiento de la planta.

Tabla 1. Herbicidas seleccionados y evaluados para el primer ensayo

Table 1. Herbicides selected and evaluated for the first trial

No.	Tratamientos	kg • ia • ha ⁻¹	No.	Tratamientos	kg • ia • ha ⁻¹
1	Pendimentalin 33 CS	0,66	8	Oxifluorfen 24 CS	0,36
2	-	0,99	9	-	0,48
3	-	1,32	10	Diuron + hexasina (Hexaron 60 GD)	0,12
4	Metolachlor 96 CS	1,92	11	-	0,18
5	-	2,88	12	-	0,24
6	-	3,84	13	Diuron + ametrina (80 + 80) PH (ST)	3,2 + 2,4
7	Oxifluorfen 24 CS	0,24	14	Testigos/tratamientos	-

Tabla 2. Variantes en extensión de las mezclas de herbicidas con isoxaflutole en pre siembra

Table 2. Variants in extension of the mixes of herbicides with isoxaflutole in pre-sowing

No.	Tratamientos	kg • ia • ha ⁻¹
1	Hexaron 60 GD (diuron 48 + hexasina 12)	2,4
2	Isoxaflutole - Hexaron 60 GD	0,0864 - 2,4
3	S- metolachlor + oxifluorfen	1,92 + 0,48
4	Isoxaflutole - s metolachlor + oxifluorfen	0,0864 - (1,92 + 0,48)
5	Pendimentalin + oxifluorfen	0,99 + 0,48
6	Isoxaflutole - pendimentalin + oxifluorfen	0,0864 - (0,99 + 0,48)
7	Diuron + ametrina	3,2 + 2,4
8	Isoxaflutole - diuron + ametrina	0,0864 - (3,2 + 2,4)

Los datos de la cobertura, longitud de la hoja D y la altura media de las hojas por planta en la fase experimental y extensión fueron procesados mediante la Anova, y las medias de los tratamientos se compararon mediante el test de rango múltiple de Duncan al 95 % de probabilidad de error (ICA, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase experimental

La composición de malezas en la fase experimental estuvo representada por ocho monocotiledóneas y once dicotiledóneas. En las primeras se localizaron seis gramíneas, de ellas dos perennes representadas por *Sorghum halepense* L. Pers y *Panicum maximum* Jacq, ambas con la mayor cobertura seguida de las anuales *Urochloa* spp. y *Rottboellia cochinchinensis* Lour & Clayton (Tabla 3). Las dos perennes y esta última están consideradas como de alta peligrosidad por su carácter invasor (Oviedo et al.; 2015, Paredes et al., 2016).

Las dicotiledóneas constituidas por especies anuales como *Bidens pilosus*, *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea tiliaceas* constituyeron especies predominantes en todas las parcelas, además de ser tolerantes a los herbicidas preemergentes como pendimetalin y s-metolachlor.

La efectividad de los distintos tratamientos arrojó que las dosis de pendimetalin 33 CS a (0,99-1,32) kg · ha⁻¹, metolachlor 96 CS a 2,88-3,84 kg · ha⁻¹, oxifluorfen 24 CS a 0,36-0,48 kg · ha⁻¹ y hexaron 60 GD (diuron + hexasinona a 0,18-0,24) kg · ha⁻¹) fueron significativamente superiores al estándar en el control de monocotiledóneas. Para las dicotiledóneas solo hubo diferencia significativa con hexaron

60 GD (diuron + hexasinona) a 0,24 kg · ha⁻¹ y el estándar diuron + ametrina (80 + 80) % PH a 3,2 + 2,4) kg · ha⁻¹ con resultados ligeramente superior a los anteriores por estar constituidos por mezclas de dos componentes con acción radicular y foliar a la misma vez, lo que justifica su mejor efectividad sobre el total de malezas.

La mezcla de dos o más ingredientes activos tiene la posibilidad de combinar dos o más mecanismo de acción para reducir las poblaciones de malezas tolerantes a determinado herbicida. De estos resultados se desprende la posibilidad del uso de pendimetalin o s-metolachlor en mezclas con otros de acción contra dicotiledóneas de acuerdo al tipo de malezas presentes en el campo.

Los tratamientos donde se usaron los herbicidas metolachlor 3,84 kg · ha⁻¹, pendimetalin 1,32 kg · ha⁻¹ y oxifluorfen 0,48 kg · ha⁻¹ tuvieron buena efectividad sobre las gramíneas anuales, no así para las dicotiledóneas, donde solo alcanzó hasta el 70 % con la dosis mayor de cada preparado, pero inferior a las mezclas de diuron + hexasinona (hexaron 2,4 kg · ha⁻¹), donde se obtuvo mejor efecto que diuron + ametrina (3,2 + 2,4) como estándar (Tabla 4) a los 60 días de la aplicación.

En la Tabla 4 se muestra los datos de los parámetros del crecimiento de las plantas en cada tratamiento, número de hojas, altura de las plantas y longitud de la hoja D, En esta evaluación no se encontraron diferencias significativas entre los parámetros evaluados a los 60 días de la aplicación, por lo que se puede afirmar que las dosis empleadas no ejercieron efecto negativo sobre el desarrollo de la piña en comparación con diuron + ametrina (3,2 + 2,4) kg · ha⁻¹, como estándar. Por los resultados anteriores se puede observar que las plantas de piña no mostraron síntomas fitotóxicos en las hojas, pasado los 60 días de la aplicación (Fig. 1).

Tabla 3. Cobertura de las malezas y efectividad de los herbicidas en la fase experimental a los 60 días de la aplicación

Table 3. Weed coverage and effectiveness of herbicides in the experimental phase 60 days after application

Malezas/ Tratamientos *	Pendimetalin			Metolachlor			Oxifluorfen			Hexaron			St *	Test
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Cyperus rotundus</i>	1	1	1	1	-	-	1	-	-	1	1	1	1	1
<i>C. elegans</i>	1	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1
<i>P. máximo</i>	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	1	2	5
<i>S. halepense</i>	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	-	1	2	
Gramíneas anuales	2	-	-	3	2	2	3	2	2	3	-	-	3	11
<i>T. monocotiledóneas</i>	7c	2a	2a	7c	3ab	3ab	7c	3ab	3ab	5bc	2a	2a	8c	20d
CV= 15,4804, Ex= 0,1699														
<i>Bidens pilosus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	5	
<i>E. heterophylla</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	5
<i>Ipomoea tiliácea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5
<i>Glycine</i> spp.	1	1	1	1	1	-	1	1	-	1	1	1	1	4
Otras dicot.*	8	7	7	6	5	6	8	5	4	6	2	-	1	13
<i>T. Dicotiledóneas</i>	12b	11b	11b	10b	9b	9b	12b	9b	7b	10b	4a	2a	3a	32c
CV= 15,5202, Ex= 0,2350														
Total malezas	19	13	13	19	13	12	19	13	11	17	6	6	12	54
% de efectividad	64,8	75,9	75,9	64,8	75,8	77,8	64,8	75,9	79,6	68,5	88,9	88,9	77,8	-

Gramíneas anuales: *Urochloa* spp, *D. sanguinalis*, *R. cochinchinensis*, *Eleusine indica*, Otras dicotiledóneas: *A. dubius* y *S. oleraceus*, *Sida* spp, * Tratamiento 1 al 14 en la Tabla 2.

Tabla 4. Altura, longitud de la hoja D y número de hojas/plantas a los 60 días de la aplicación

Table 4. Height, length of leaf D and number of leaves / plants 60 days after application

Variantes	Dosis $\text{kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$	Altura*	Longitud H D*	H/plantas
pendimentalin	0,66	46,3 (NS)	38,19 (NS)	8,92 (NS)
pendimentalin	0,99	45,08	38,5	8,67
pendimentalin	1,32	46,7	38,15	8,82
metolachlor	1,92	47,5	38,12	9,5
metolachlor	2,88	47,06	39,27	8,97
metolachlor	3,84	46,35	38,52	8,40
oxifluorfen	0,24	45,75	39,45	8,97
oxifluorfen	0,36	46,85	38,9	8,40
oxifluorfen	0,48	45,85	38,92	8,72
diuron+hexasinona	0,12	46,85	38,7	8,20
diuron+hexasinona	0,18	45,65	38,02	7,95
diuron+hexasinona	0,24	47,35	38,32	7,88
diuron+ ametrina	3,2 + 2,4	46,3	39,03	7,75
Testigo	-	45,10	36,72	8,12
CV: E _c	4,3826 0,8448	4,2057 0,9755	13,73 0,5850	

* Longitud de la hoja D y altura de las plantas en cm, H/plantas, números de hojas por planta.

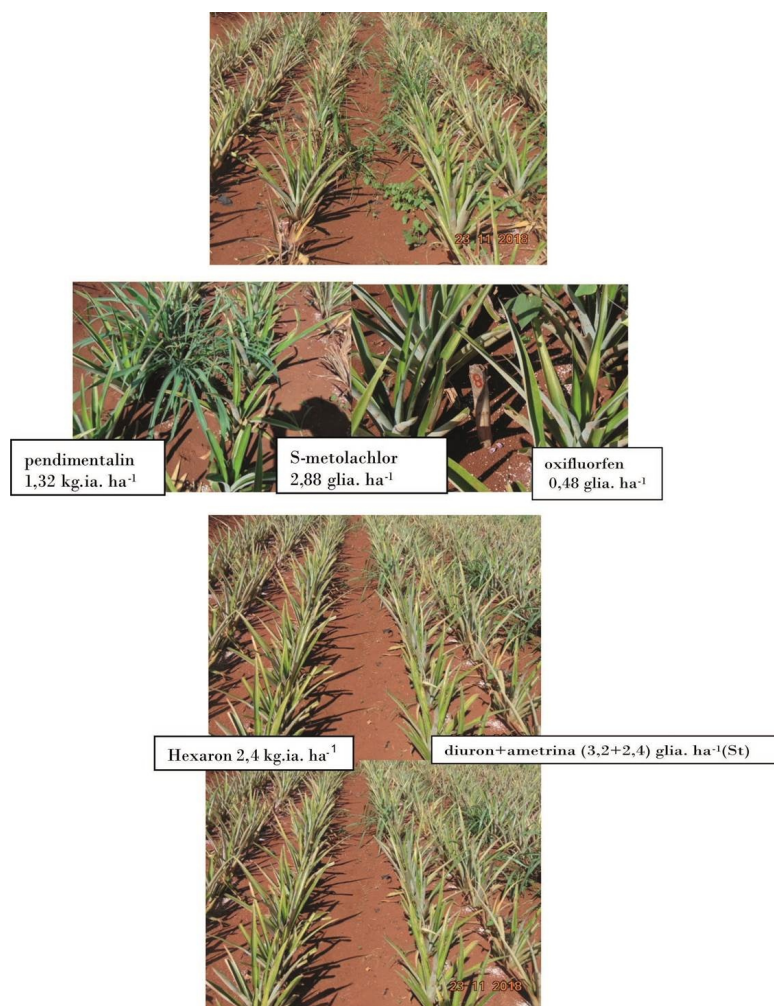


Figura 1. Efecto de los tratamientos de herbicidas sobre las malezas y la piña a los 45- 60 días de la aplicación (fase experimental)

Figure 1. Effect of herbicide treatments on weeds and pineapple at 45-60 days of the application (experimental phase)

Fase de extensión

En la comparación de las mezclas pudo observarse que metolachlor + oxifluorfen ($1,92 + 0,48$) $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ obtuvo 34,8 % de efectividad, y pendimentalin + oxifluorfen ($0,99 + 0,48$) $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ 68 %. Ambos tratamientos solo garantizaron un efecto de 45-60 días en comparación a diuron + ametrina ($3,2 + 2,4$) $\text{kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$ como estándar. Cuando se aplicó isoxaflutole ($0,0864$) $\text{kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$, previamente a la plantación y estas mismas mezclas 20-30 días posteriores, se logró una efectividad superior al 69 %. Esta aplicación previa de isoxaflutole $0,0864$ $\text{kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$ garantiza el control de las malezas inicialmente, y con la aplicación de las mezclas se reduce las posibles brotaciones de especies no controladas por el primer residual. Cuando previamente se había aplicado isoxaflutole como residual, se observó mayor efectividad sobre las gramíneas y dicotiledóneas, incluyendo el *P. maximum* y la *Urochloa* spp. como invasoras de alta peligrosidad (Tabla 5).

Es de notar que los tratamientos de herbicidas en preemergencia en los meses de primavera-verano tienden a reducir su efectividad por el efecto de las lluvias, la radiación solar y temperatura del aire. De ahí el inicio de la brotación de especies que realmente debían estar controladas por los tratamientos anteriores. La competencia entre malezas y cultivos se inicia cuando las semillas de malas hierbas en latencia entran en el proceso de germinación y comienzan a crecer (Intagri, 2017), De ahí que este debe ser el período óptimo para establecer métodos de manejo antes de que se produzca el umbral de daño a las plantas de cultivo.

Los parámetros de desarrollo de la piña no se diferenciaron entre los tratamientos de herbicidas que se efectuaron solo o combinados con el uso de isoxaflutole; este tuvo un comportamiento similar al estándar diuron + ametrina ($3,2 + 2,4$) $\text{kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$ cuando se aplicó 30 días posterior a la

plantación de la piña y se combinó con una aplicación previa del residual isoxaflutole en presiembra, lo que incrementó su efectividad sobre las malezas (Fig. 2).

En los análisis realizados no se encontró diferencia significativa en los parámetros de crecimiento y desarrollo evaluados durante el ensayo hasta los 60 días de la aplicación. Este resultado garantiza poder mantener el cultivo con bajas poblaciones de malezas sin afectación de la plantación (Tabla 6).

CONCLUSIONES

- La aplicación de hexaron 60 GD (diuron 48 + hexasina) a $2,4 \text{ kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$, S-metolachlor 96 CS ($1,92-3,84$) $\text{kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$, pendimentalin 33 CS
- ($0,66 - 1,32$) $\text{kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$ y oxifluorfen 24 CE ($0,24-0,48$) $\text{kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$ y las mezcla en combinación con isoxaflutole 75 GD $0,0864 \text{ kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$ en extensión, resultaron selectivas a la piña.
- El uso de los herbicidas evaluados solos y en mezcla no tuvieron un efecto prolongado más allá de los 60 días posterior a la plantación debido a la incidencia de altas temperaturas, iluminación solar y precipitaciones, dado al alto contenido de semillas de malezas en el suelo,
- Se sugiere generalizar la aplicación de Hexaron 60 GD, a $2,4 \text{ kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$, las mezclas de s-metolachlor 96 CS $2,98 \text{ kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$ y pendimentalin 33 CS a $1,32 \text{ kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$ con oxifluorfen 24 CE a $0,48 \text{ kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$ en combinación con isoxaflutole 75 GD a $0,0864 \text{ kg} \cdot \text{ia} \cdot \text{ha}^{-1}$ en presiembra en función de la composición de malezas en el campo o la aplicación de otro herbicida residual que garantice alta efectividad contra las poblaciones de especies invasoras.

Tabla 5. Cobertura de las malezas y efectividad de los herbicidas con la aplicación de isoxaflutole como residual, dos días antes de la plantación de la piña (extensión)

Table 5. Weed coverage and effectiveness of herbicides with the application of isoxaflutole as residual, two days before pineapple plantation (extension)

Tratamientos/dosis *	Hexaron		Metolachlor + oxifluorfen		Pendimentalin + oxifluorfen		Diuron + ametrina (ST)	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Malezas	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>C. rotundus</i>	1	-	-	-	-	1	1	-
<i>Commelina</i> spp.	4	-	4	-	1	-	5	-
<i>P. maximum</i>	1	1	1	1	1	1	1	-
<i>S. halepense</i>	7	1	3	1	1	0	7	1
Otras gramíneas*	14c	3a	9b	2a	4a	3a	15c	2a
Monocotiledóneas								
CV = 13,1850, E _s = 0,1620								
<i>E. heterophylla</i>	1	2	-	-	-	-	1	2
<i>I. tiliacea</i>	1	2	1	1	1	-	1	1
Otras dicotiledóneas**	6	0	5	2	3	1	6	1
Dicotiledóneas	8c	4bc	6cc	3b	4bc	1a	8c	4bc
CV = 14,6234, E _s = 0,16034								
Total de malezas	22	7	15	4	8	4	23	5
% de efectividad	4,35	69,5	34,8	82,60	68,0	84,0	-	78,26

* *Urochloa* spp., *D. sanguinalis*, *R. cochinchinensis* y *E. colonum*

** *B. pilosus*, *Ch. hirta*, *Cassia* spp., *Glycine* spp. y *S. oleraceus*

* Ver dosis en la Tabla 2, tratamientos I al VIII.

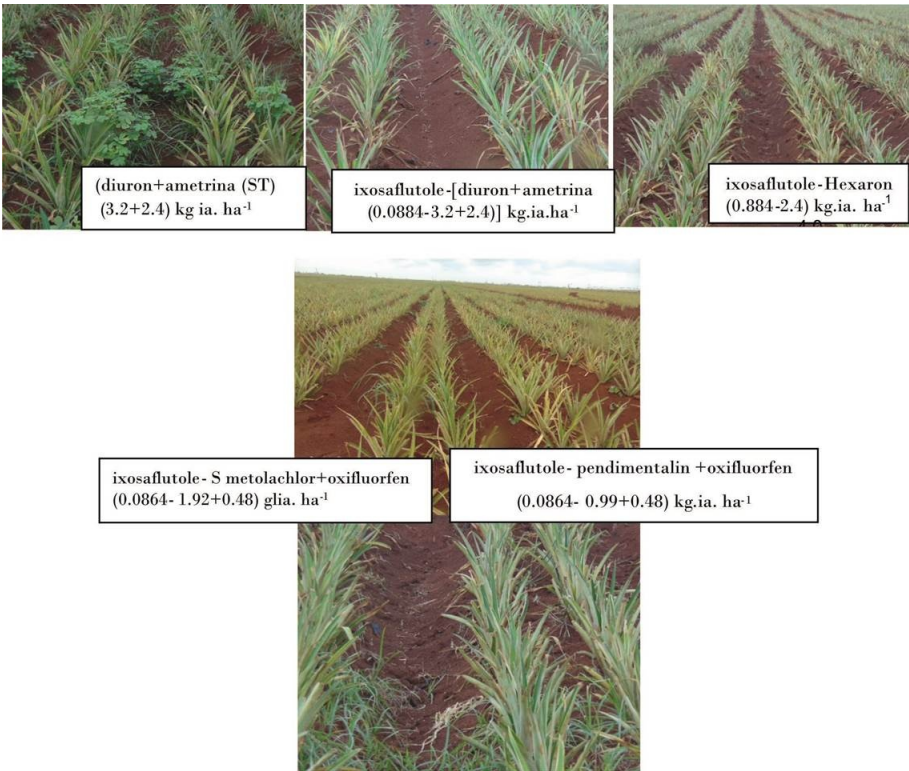


Figura 2. Extensión de herbicidas en mezclas y combinaciones en piña a los 45-60 días de la plantación.

Figure 2. Extension of herbicides in mixtures and combinations in pineapple to 45-60 days after planting.

Tabla 6. Parámetros de desarrollo de las plantas de piña MD2 a los 45-60 días de la aplicación de las mezclas (extensión)

Table 6. Development parameters of MD2 pineapple plants at 45-60 days' after application of mixtures (extension)

No.	Variantes	Dosis kg • ia • ha*	H media*	H D*	H/plantas
I	hexaron	2,4	24,0 (NS)	38,0 (NS)	11,25 (NS)
II	ixosaflutole - hexaron	0,0864 - 2,4	22,3	34,25	11,00
III	s- metolachlor + oxifluorfen	1,92 + 0,48	25,3	32,50	9,50
IV	ixosaflutole- (S- metolachlor + oxifluorfen)	0,086-(1,92 + 0,48)	22,75	35,00	10,75
V	pendimentalin +oxifluorfen	0,99 + 0,48	21,25	30,75	10,75
VI	ixosaflutole - pendimentalin + oxifluorfen	0,0864 - (0,99 + 0,48)	23,00	35,00	10,75
VII	diuron+ ametrina	3,2 + 2,4	19,50	34,25	11,75
VIII	ixosaflutole - (diuron + ametrina)	0,0864 - (3,2 + 2,4)	20,0	33,50	11,50
CV = E =			13,6515 1,5187	11,071 1,939	12,639 0,689

* Longitud de la hoja D y altura de las plantas en cm.

** H/plantas: Número de hojas/planta.

RECOMENDACIONES

- Dada la alta infestación de malezas en el banco de semillas en los suelos rojos ferralíticos, la aplicación inicial de un herbicida o mezclas de un residual en presiembra o preemergente garantizaría la mínima brotación de malezas en los primeros 45-60 días para el establecimiento del cultivo.

REFERENCIAS

Adama, 2019. Herbicida selectivo pos-emergente en piña. Consultado 26/09/2019 <https://www.adama.com/colombia/es/crop-protection/herbicides/galigan-cc.html>, Ahrens W., and M. Edwards 1994. Herbicide handbook. Champaign, Ill: Weed Science Society of America, pp. 136.

- Chaves F. L., 2018. Manejo Fitosanitario en el Cultivo de la Piña. Serie Frutales, Núm. 52. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 p.
- Corréa J. M., Ferreira E. A., Pereira G. A. M., Piratoba A. R. A., Santos J. B. dos, Oliveira C. H. de, & Silva C. T., 2018. Fluorescencia de la clorofila en plantas de piña sometidas a aplicación de herbicidas. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 12(1), 50-58, 2018. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7171>. Consultado 28, 09, 2019.
- ICA, 1998. Manual de usuario de estadísticas. Versión 2.0. Instituto de Ciencia Animal, 10 pág.
- IIFT, 2011. Instructivo técnico para el cultivo de la piña. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. ISBN: 978-959-7210-42-9, 1ra edición.
- INTAGRI, 2017. El Suelo: Un Banco de Malezas. Serie Suelos Núm. 36. Artículos Técnicos. México. 4 p. <https://www.intagri.com/articulos/suelos>. Consultado, nov /2019
- Liu L., Cibes H., Koo F., 2017. "Adsorption of Ametryne and Diuron by Soils", Weed Science, vol. 18(4), pp. 470-474. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043174500078474>, consultado, nov /2018.
- LOPA, 2016. Lista Oficial del Registro de Plaguicidas. Centro Sanidad Vegetal, Ministerio de la Agricultura, 146 pág.
- Oviedo R., González L., 2015. Lista nacional de plantas invasoras en Cuba. Boletín Bissea (11). <http://repositorio.geotech.cu/xmlui/handle/1234/1476>
- Papa J. C., Tuesca D., 2017. El barbecho químico: etapa clave en el manejo de malezas en siembra directa. INTA EEA Oliveros, Revista PMP 56, pág. 111-114.
- Paredes R. E., Oviedo Ramona y Rodríguez Y. 2016. Segunda versión: Manejo de Malezas en cultivos agrícolas cubanos. Publicación electrónica (Multimedia: ISBN: 978-959-7194-63-7, 303 p.), CIDISAV, Playa, La Habana.
- Pérez E., 1979. Efectividad de diferentes herbicidas en el cultivo de la piña. Revista Protección de Plantas. Vol. 2(1), Pág. 43-59.
- Pérez E., Paredes R. E., Almaguel R. Lérica, Vázquez M. L., Veitia Marlene, González G. M Pérez B. Yamilka, Hernández R., García R., y Matamoros T. M., 2009. Metodologías de pruebas biológicas para la determinación de organismos nocivos y residuos fitotóxico en suelo, sustrato y materia orgánica. -Cuba: Inisav, - 54 p. *Boletín Fitosanitario* (La Habana) 14 (1); jun.
- Peña-Martínez Y., Guerrero-Dallos Rocío., Jairo A. y Martínez-Cordón M. José. 2018 Adsorción - desorción de diuron y ametrina en suelos de Colombia y España. Química, vol. 47, núm. 3. Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez R., Becquer R., Pino Y., López D., Rodríguez R. C., González L., Izquierdo R. E, y González J. L., 2016. Producción de frutos de piña [*Ananás comosus* (L.) Merr.] MD-2 a partir de vitroplantas. Rev. Cultivos Tropicales Vol.37. Supl.1, La Habana,
- Sandoval C., Ahuatzi D., Galíndez J., Ruiz, N. C. Juárez and Martínez F., 2013. "Biodegradation of a mixture of the herbicides ametryn, and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) in a compartmentalized biofilm reactor", Bioresource Technology, vol. 145, pp. 3336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.02.068>, Consultado 24/09/2019. .
- US-EPA, 1999. Office of Pesticide Programs, Health Effects Division, Tox One liners, EPA chem. code 035505 - Diuron. (Consultado, marzo de 2018).