

Respuesta fisiológica de la palma de aceite a la aplicación de herbicidas al plato*

Physiological Response of Oil Palm to Circle-Weeding Sprayed with Herbicides

CITACIÓN: Rivera-M, Y. D., Ayala, I. M. & Romero, H. M. (2020). Respuesta fisiológica de la palma de aceite a la aplicación de herbicidas al plato. *Palmas*, 41(2), 27-37.

PALABRAS CLAVE: control químico, maleza, manejo integrado, producción sostenible, residualidad.

KEYWORDS: Chemical control, weeds, integrated management, sustainable production, residuality.

* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

RECIBIDO: abril de 2020.

APROBADO: mayo de 2020.

RIVERA M. YURANY D.

Investigador Asociado
Programa de Biología y Mejoramiento
de la Palma de Cenipalma

AYALA IVÁN M.

Líder de Fitomejoramiento
Programa de Biología y Mejoramiento
de la Palma de Cenipalma

ROMERO HERNÁN M.

Director de Investigación
Programa de Biología y Mejoramiento
de la Palma de Cenipalma
Departamento de Biología de la
Universidad Nacional de Colombia
hromero@cenipalma.org

Resumen

Las malezas son plantas pioneras de la sucesión secundaria que interfieren con el desarrollo y producción de los cultivos porque compiten con ellos por agua, luz y nutrientes. En el cultivo de palma de aceite, el control de malezas se lleva a cabo en las interlíneas, bordes de lotes, canales o platos, empleando métodos físicos (machete o guadaña) o químicos (herbicidas). Existen pocos reportes acerca de las consecuencias causadas por el plateo químico sobre el desarrollo de la planta y el cultivo, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la aplicación de ingredientes activos de herbicidas en el plato sobre la fisiología de palmas en edad productiva. Durante un año, se evaluó el efecto de cuatro aplicaciones de los herbicidas: glufosinato de amonio, ametrina, haloxifop, indaziflam, metsulfuron, fluazifop, fluroxipyr y glifosato, a los platos del híbrido interespecífico OxG (Brasil x Djongo), sembrado en Paratebueno, Cundinamarca. Seis y doce

meses después de la primera aplicación, se registraron los valores de intercambio gaseoso, crecimiento vegetativo y reproductivo. Las variables fisiológicas no presentaron diferencias significativas por efecto de la aplicación de herbicidas al plato, de modo que su uso responsable podría considerarse dentro del manejo integrado de malezas.

Abstract

Weeds are pioneer plants of secondary succession that affect the crop development and production by competing for water, light and nutrients. In oil palm crops, weed control is carried out between rows, plot borders, ditches, and circles around the palm trunks, using physical (machetes or scythe) or chemical (herbicides) methods. There are few reports about the effects of circle-weeding of palm circles with chemicals on the development of the plant and the crop; therefore, the objective of this study was to determine the effect of circle-weeding with active ingredients of herbicides on the physiology of oil palms in productive age. The effect of four herbicide applications during one year was evaluated: glufosinate ammonium, ametryn, haloxyfop, indaziflam, metsulfuron, fluazifop, fluroxypyr and glyphosate, applied on a circular area around OxG interspecific hybrid oil palms (Brasil x Djongo) planted in Paratebueno, Cundinamarca. Six and twelve months after the first application, the values of gas exchange, vegetative and reproductive growth were recorded. The physiological variables did not show significant differences due to the application of herbicides around the plant. Therefore, the responsible use of herbicides could be considered within an integrated weed management program.

Introducción

La expresión ‘mala hierba’ o el término ‘maleza’ suele definirse antropocéntricamente como planta que crece fuera de tiempo y lugar, invadiendo los cultivos o interfiriendo con los objetivos o necesidades humanas, y que resulta difícil de extirpar (SEMh, 2007). No obstante, desde el punto de vista biológico y ecológico son plantas pioneras de la sucesión secundaria; anuales o perennes, rastreras, erectas o enredaderas según su hábito de crecimiento; pteridófitas o de hoja angosta (gramíneas y ciperáceas) o de hoja ancha (dicotiledóneas) según el tipo de hoja; y espontáneas y persistentes en hábitats continuamente alterados por el hombre; que se deben controlar (Cantuca *et al.*, 2001; Labrada *et al.*, 1996), ya que dificultan la realización de labores culturales y de cosecha, compiten con los cultivos por agua, luz y nutrimentos, y reducen la calidad de las cosechas (Ruiz y Molina, 2014).

En el cultivo de palma de aceite, las malezas son plantas que pueden ser hospederas de plagas o que interfieren con el desarrollo de las palmas, por lo

que se hace necesario controlarlas dentro de las áreas de la plantación. Específicamente, el control de malezas en el plato o área circular alrededor del estípite de 2,5-3 m de radio es una práctica generalizada en las plantaciones y se realiza para evitar la competencia por agua, luz y nutrimentos, facilitar la cosecha de los racimos, el riego, la aplicación de fertilizantes, la recolección de frutos sueltos y la ejecución de labores sanitarias (Corley y Tinker, 2015).

Para el plateo, existen principalmente dos tipos de control, el físico o el químico (Ruiz y Molina, 2014). El primero emplea herramientas como un machete (plateo manual) o una guadaña (plateo mecánico), mientras que en el plateo químico se utiliza un herbicida que puede variar según su modo de translocación, selectividad, propiedades químicas y es aplicado sobre la superficie del plato de la palma sin afectar el estípite, evitando el contacto directo con las hojas (Pérez, 2014). Así, se aplican directamente al suelo o al follaje de la maleza herbicidas selectivos (eliminan o inhiben el crecimiento de algunas malezas –p. ej. gramíneas– sin afectar a otras –p. ej. dicotiledóneas–)

o de amplio espectro; de diferente solubilidad o formulación; sistémicos (se translocan por el xilema y el floema y actúan en una parte diferente a la que entran en contacto); de contacto (afectan únicamente la parte de la planta con la que entran en contacto); residuales (persisten en el suelo durante algún tiempo); y antes o después de la germinación de las semillas de las malezas (preemergencia y postemergencia respectivamente) (Ramos, 2004; SEMh, 2007).

A pesar del amplio uso del control químico en palma de aceite, sobre todo de herbicidas posemergentes (Labrada *et al.*, 1996), existen pocos reportes acerca de las consecuencias directas causadas por el ploteo químico sobre el desarrollo individual de la planta y como parte del cultivo (Keong, 1987; Khairudin y Teoh, 1988, 1992; Thomas *et al.*, 1973), los cuales señalan específicamente que la respuesta del rendimiento al control químico de diferentes poblaciones de malezas es desconocida (Woittiez *et al.*, 2017). Por lo anterior, no se buscó establecer las pérdidas productivas asociadas a la competencia que ejercen las malezas por agua, luz o nutrientes en el plato de la palma de aceite ni la efectividad en el control de las malezas a través de herbicidas con diferentes modos de acción. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la aplicación de herbicidas en el plato sobre la fisiología de palmas del híbrido interespecífico OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) en edad productiva.

Metodología

Localización

El estudio se llevó a cabo entre marzo de 2016 y abril de 2017, en el Campo Experimental Palmar de las Corocoras (CEPC) ubicado en el municipio de Paratebueno (Cundinamarca) en la Zona Oriental que representa el 40 % del área total de siembra, bajo una temperatura media de 26 °C, 2.800 mm de precipitación anual, 80 % de humedad relativa y 2.479 horas anuales de brillo solar.

Condiciones experimentales

Se evaluó durante un año la aplicación de diferentes ingredientes activos con efecto herbicida (de ahora en adelante llamados herbicidas), ampliamente usados

en edad productiva para el control de malezas en el plato de cultivares comerciales de *E. guineensis* y del híbrido interespecífico OxG, como el glufosinato de amonio, ametrina, haloxifop, indaziflam, metsulfurón, fluazifop, fluroxipyr y glifosato (Tabla 1), en un lote de cuatro años de siembra con el híbrido interespecífico OxG (Brasil x Djongo). El estudio se estableció bajo un diseño experimental completamente aleatorio (DCA) con diez tratamientos (T1-T10) correspondientes a ocho herbicidas con aplicaciones únicamente al plato (T1-T8), el herbicida fluroxipyr no solo se aplicó al plato (T8) sino que en otro tratamiento se aplicó a este y al estípite (T9, P+E), y un testigo sin aplicación (T10), con diez repeticiones, donde la unidad experimental estuvo constituida por una palma.

Durante el año del experimento se efectuaron cuatro aplicaciones de herbicidas en los platos, la primera al inicio y las siguientes tres distanciadas cada cuatro meses, siguiendo estas consideraciones técnicas: (i) la aspersión con bomba de espalda se realizó en la mañana sin vientos fuertes o lluvias, y se dirigió en banda sobre malezas con dos a cinco hojas verdaderas o en proceso de rebrote (nunca de más de 40 cm de altura o florecidas); (ii) el equipo se calibró en cada aplicación para cubrir un área de aproximadamente 28 m² (3 m de radio) que incluyó debajo de las hojas más bajas de las palmas sin derivar la solución hacia los estípites u hojas de estas, con excepción del tratamiento número 9 (fluroxipyr aplicado tanto al plato como al estípite); (iii) se utilizó agua con un pH entre 5,5 y 6,5 para preparar los herbicidas; (iv) se empleó la dosis más alta del herbicida recomendada por el fabricante para el cultivo de palma de aceite: glufosinato de amonio (4 L/ha), ametrina (3 L/ha), haloxifop (0,8 L/ha), indaziflam (0,12 L/ha), glifosato (3 L/ha), metsulfurón (1,5 L/ha), fluazifop (6 L/ha) y fluroxipyr (15 g/ha).

VARIABLES DE RESPUESTA

Seis meses después de la primera aplicación (mda) se registraron los valores de intercambio gaseoso (fotosíntesis, transpiración y uso eficiente del agua), así como el crecimiento vegetativo (emisión foliar, longitud, área y peso seco de la hoja 17) y los estimativos de producción (número de estructuras reproductivas y relación de sexos); estos dos últimos grupos de variables también se evaluaron 12 mda.

El intercambio gaseoso en términos de tasa de fotosíntesis, transpiración y uso eficiente del agua (UEA) asociado a fotosíntesis fue medido con el analizador de gases al infrarrojo (IRGA) LI-6400 (LI-COR Inc. USA) en condiciones de exposición solar plena (8:30 a. m.-11:30 a. m.), evaluando el sector central de 3 foliolos de la parte media de la hoja número 17 (3 foliolos/palma). En cuanto al crecimiento vegetativo, la emisión foliar relacionó el cociente entre la cantidad de nuevas hojas formadas a partir de la hoja 1 y el tiempo en que fueron producidas (un año), la longitud de la hoja fue la suma de la longitud del raquis y del peciolo desde el punto de inserción al estípite, y el área y peso seco foliar (AFH_{17} , PSH_{17} , respectivamente)

se estimaron siguiendo la metodología propuesta por Contreras *et al.* (1999). Asimismo, la relación de sexos correspondió al conteo de inflorescencias femeninas y racimos del total de estructuras reproductivas totalmente diferenciadas (inflorescencias femeninas o masculinas y racimos) (Ruiz, 2010).

Análisis estadístico

Los datos generados fueron sometidos a un análisis de varianza (Anava) y a una prueba de comparación de medias de Tukey, utilizando el programa estadístico SAS[®] versión 9.1. (SAS Institute, Carolina del Norte, EE. UU).

Tabla 1. Características de los herbicidas empleados para el control de malezas en el plato de un cultivar híbrido OxG en el CEPC ([1]).

	T1. Fluazifop-p-butil	T2. Glufosinato de amonio	T3. Haloxifop metil	T4. Indaziflam
Grupo químico	Ariloxifenoxi propiónico	Ácido fosfónico	Ariloxifenoxi propiónico	Fluoroalquiltriazina
Translocación	Sistémico	De contacto	Sistémico	Sistémico
Selectividad	Gramíneas	No selectivo	Gramíneas	No selectivo
Época de aplicación	Posemergencia	Posemergencia	Posemergencia	Preemergencia
Formulación	Concentrado emulsionable	Concentrado soluble	Concentrado emulsionable	Suspensión concentrada
Toxicología	Medianamente tóxico, categoría 3	Ligeramente tóxico, categoría 4	Medianamente tóxico, categoría 3	Altamente tóxico, categoría 2
Mecanismo de acción	Inhibición de la síntesis de lípidos (acetil-Coenzima A carboxilasa)	Inhibición de la síntesis de glutamina (glutamina sintetasa)	Inhibición de la síntesis de lípidos (acetil-Coenzima A carboxilasa)	Inhibición de la síntesis de celulosa
	T5. Glifosato	T6. Ametrina	T7. Metsulfuron metil	T8 y T9**. Fluroxipyr
Grupo químico	Glicina	Triazina	Sulfonilurea	Hormonal, auxínico
Translocación	Sistémico	Sistémico	Sistémico	Sistémico
Selectividad	No selectivo	No selectivo	Dicotiledóneas	Dicotiledóneas
Época de aplicación	Posemergencia	Pre y posemergencia	Posemergencia	Posemergencia
Formulación	Concentrado soluble	Suspensión concentrada	Polvo mojable	Concentrado emulsionable
Toxicología	Ligeramente tóxico, categoría 4	Medianamente tóxico, categoría 3	Medianamente tóxico, categoría 3	Ligeramente tóxico, categoría 4
Mecanismo de acción	Inhibición de la síntesis de aminoácidos (EPSP sintetasa)	Inhibición del transporte de electrones en el PSII	Inhibición de aminoácidos de cadena ramificada (acetolactato sintetasa)	No se sabe con certeza: disruptores del crecimiento celular (síntesis de ácidos nucleicos y elongación celular)

** El T9 se aplicó tanto al plato como al estípite

Resultados

Las variables de intercambio gaseoso, crecimiento vegetativo y reproductivo del híbrido OxG no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) por efecto de la aplicación de herbicidas al plato y al estípite. Es decir, al cabo de un año de tratamiento, el control químico de malezas en estas áreas del cultivo del híbrido OxG no afectó las tasas de

fotosíntesis, transpiración o gasto de agua asociado a la fijación de CO_2 (Figura 1) ni tuvo un efecto sobre el crecimiento en términos de longitud, área, peso seco o emisión foliar ni en la producción de estructuras reproductivas emitidas y diferenciadas (Tabla 2). Adicionalmente, la aplicación de los herbicidas evaluados tampoco promovió la aparición de algún tipo de anomalía en las estructuras vegetativas o reproductivas en las palmas.

Figura 1. Fotosíntesis, transpiración y uso eficiente del agua (UEA) asociado a fotosíntesis de las palmas del cultivar híbrido OxG tratadas con herbicidas en el plato para el control de malezas, seis meses después de la primera aplicación en el CEPC (2016-2017)

Los valores corresponden a los promedios \pm una desviación estándar. Promedios con letras distintas son significativamente diferentes, según Tukey ($p < 0,05$)

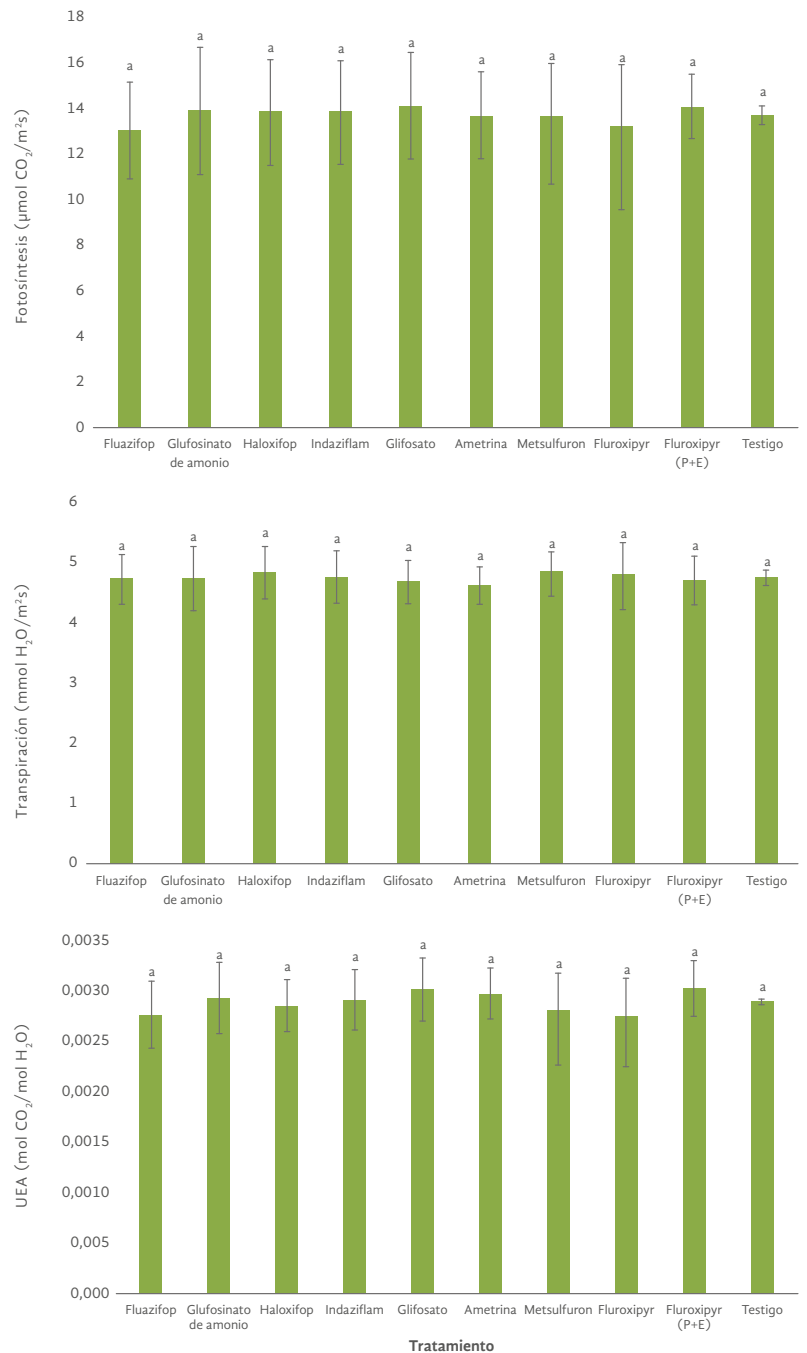


Tabla 2. Crecimiento reproductivo (a) y vegetativo (b) de las palmas del cultivar híbrido OxG tratadas con herbicidas en el plato para el control de malezas, seis y/o doce meses después de la primera aplicación (mda). CEPC (2016-2017). Los valores corresponden a los valores promedios (\bar{x}) \pm una desviación estándar (Desv.)

a. Crecimiento reproductivo

Tratamiento	No. estructuras reproductivas								Relación de sexos (%)							
	6 mda				12 mda				6 mda				12 mda			
	\bar{x}	\pm	Desv.	*	\bar{x}	\pm	Desv.	*	\bar{x}	\pm	Desv.	*	\bar{x}	\pm	Desv.	*
Fluazifop	12	\pm	1	a	15	\pm	2	a	100	\pm	0	a	100	\pm	0	a
Glufosinato de amonio	11	\pm	2	a	15	\pm	2	a	100	\pm	0	a	100	\pm	0	a
Haloxifop	10	\pm	1	a	16	\pm	1	a	100	\pm	0	a	100	\pm	0	a
Indaziflam	12	\pm	1	a	16	\pm	2	a	100	\pm	0	a	92	\pm	15	a
Glifosato	11	\pm	1	a	16	\pm	3	a	100	\pm	0	a	100	\pm	0	a
Ametrina	10	\pm	1	a	15	\pm	2	a	100	\pm	0	a	100	\pm	0	a
Metsulfuron	12	\pm	2	a	14	\pm	1	a	100	\pm	0	a	100	\pm	0	a
Fluroxipyr	10	\pm	0	a	12	\pm	3	a	100	\pm	0	a	100	\pm	0	a
Fluroxipyr _(P+E) *	11	\pm	1	a	15	\pm	2	a	100	\pm	0	a	100	\pm	0	a
Testigo	13	\pm	2	a	16	\pm	3	a	100	\pm	0	a	100	\pm	0	a

b. Crecimiento vegetativo

Tratamiento	Emisión foliar mensual				Longitud foliar (m)							
	\bar{x}	\pm	Desv.	*	6 mda				12 mda			
					\bar{x}	\pm	Desv.	*	\bar{x}	\pm	Desv.	*
Fluazifop	1,9	\pm	0,2	a	5,3	\pm	0,7	a	6,8	\pm	0,5	a
Glufosinato de amonio	2,0	\pm	0,1	a	5,9	\pm	0,3	a	6,5	\pm	0,2	a
Haloxifop	1,9	\pm	0,1	a	5,6	\pm	0,1	a	6,7	\pm	0,2	a
Indaziflam	1,8	\pm	0,1	a	5,8	\pm	0,3	a	6,4	\pm	0,3	a
Glifosato	2,0	\pm	0,2	a	5,6	\pm	0,3	a	6,8	\pm	0,8	a
Ametrina	2,0	\pm	0,1	a	5,7	\pm	0,5	a	6,6	\pm	0,4	a
Metsulfuron	1,9	\pm	0,1	a	5,6	\pm	0,3	a	6,7	\pm	0,3	a
Fluroxipyr	2,0	\pm	0,1	a	5,6	\pm	0,3	a	7,0	\pm	0,8	a
Fluroxipyr _(P+E) *	1,9	\pm	0,2	a	5,6	\pm	0,5	a	6,6	\pm	0,5	a
Testigo	2,0	\pm	0,1	a	5,5	\pm	0,5	a	6,8	\pm	0,4	a

Continúa

Tratamiento	PSH ₁₇ (kg)								AFH ₁₇ (m ²)							
	6 mda				12 mda				6 mda				12 mda			
	\bar{x}	\pm	Desv.	*	\bar{x}	\pm	Desv.	*	\bar{x}	\pm	Desv.	*	\bar{x}	\pm	Desv.	*
Fluazifop	0,77	\pm	0,18	a	1,33	\pm	0,15	a	4,6	\pm	1,0	a	7,3	\pm	1,2	a
Glufosinato de amonio	0,86	\pm	0,05	a	1,38	\pm	0,42	a	4,7	\pm	0,7	a	6,1	\pm	0,5	a
Haloxifop	0,87	\pm	0,08	a	1,28	\pm	0,06	a	4,6	\pm	0,2	a	5,8	\pm	1,1	a
Indaziflam	1,01	\pm	0,17	a	1,18	\pm	0,07	a	5,3	\pm	0,7	a	5,8	\pm	0,5	a
Glifosato	0,80	\pm	0,04	a	1,25	\pm	0,12	a	5,1	\pm	0,8	a	6,0	\pm	0,2	a
Ametrina	1,03	\pm	0,17	a	1,37	\pm	0,08	a	5,3	\pm	0,6	a	6,0	\pm	0,7	a
Metsulfuron	0,93	\pm	0,03	a	1,28	\pm	0,06	a	5,3	\pm	1,3	a	6,0	\pm	0,5	a
Fluroxipyr	0,80	\pm	0,13	a	1,26	\pm	0,35	a	5,3	\pm	0,8	a	6,4	\pm	1,6	a
Fluroxipyr _(P+E) *	1,01	\pm	0,14	a	1,42	\pm	0,25	a	5,4	\pm	0,2	a	6,4	\pm	0,7	a
Testigo	0,91	\pm	0,10	a	1,05	\pm	0,24	a	4,7	\pm	0,7	a	6,3	\pm	0,2	a

Promedios con letras distintas son significativamente diferentes, según Tukey ($p < 0,05$).

*Fluroxipyr_(P+E): herbicida aplicado tanto al plato como al estípote

PSH₁₇: peso seco de la hoja 17; AFH₁₇: área foliar de la hoja 17

Discusión

El estudio mostró que no hubo un efecto del ploteo químico sobre la fisiología de la palma de aceite. Incluso la aplicación cuatrimestral, durante un año, de las dosis más altas (recomendadas por los fabricantes) de herbicidas de diferente modo de acción, específicamente de glufosinato de amonio, ametrina, haloxifop, indaziflam, metsulfuron, fluazifop, glifosato y fluroxipyr, tanto en los platos como en el estípote (en el caso de este último herbicida), no limitaron el intercambio gaseoso ni el crecimiento vegetativo y reproductivo de un cultivar híbrido O_xG. Lo anterior no excluye estudios complementarios posteriores en una ventana de tiempo mayor (24-36 meses o más), sobre otras etapas del cultivo (improductivo o productivo superior a 7 años de siembra) y con variables adicionales como la tasa de aborto o la translocación de herbicidas en el suelo y en la planta, ya que podrían presentarse efectos acumulados de la aplicación de herbicidas que se expresarían en plazos de tiempo superiores.

Justamente, la aplicación de estos herbicidas con equipos de aspersión manuales o eléctricos, principalmente de glifosato y/o glufosinato de amonio (3-4 L/ha), metsulfuron (15 g/ha), diuron (1,5 L/ha), 2,4-D (700 g/ha), atrazina y ametrina (1,5 L/ha) es una práctica efectiva para el control de malezas en el plato (Rey, 1995; Woittiez *et al.*, 2016), sobre todo en zonas donde no es posible manejar algún tipo de mulch (Corley y Tinker, 2015). Adicionalmente, dichos herbicidas no causan daño en las palmas a menos que se asperjen directamente sobre las hojas o se usen sin cuidado y en cantidades excesivas, pues no son absorbidos por las raíces de estas debido, principalmente, a que no persisten por más de cuatro horas después de la aplicación (Woittiez *et al.*, 2016). Es el caso del fluazifop, haloxifop, glifosato y demás herbicidas posemergentes (glufosinato de amonio, metsulfuron), e incluso los que son residuales (ametrina, indaziflam y fluroxipyr) no son móviles en el suelo (Woittiez *et al.*, 2016; [1]). Esto es corroborado por Keong (1987), Khairudin y Teoh (1988, 1992) y Thomas *et al.* (1973), quienes en estudios llevados a cabo con 32 herbicidas

aplicados en el plato en extensas rondas anuales, (5 a 7) durante dos años, tanto en palma joven como adulta, encontraron que: (i) el picloram solo o en mezcla (picloram + 2,4-D, picloram + glifosato) fue absorbido por las raíces, se translocó e indujo a la formación de racimos partenocárpicos más pequeños con un 84 % menos de aceite a mesocarpio, y con un efecto que persistió por cerca de 27 semanas; (ii) ningún otro herbicida generó un desarrollo anormal o partenocarpia en las plantas, aunque si alteraron la constitución de especies de malezas regeneradas; (iii) los herbicidas hormonales (dicamba, fluroxipyr, 2,4-D, MCPA, clopyralid y triclopyr) no fueron absorbidos por las raíces de las palmas, y por tanto no indujeron anomalías en el desarrollo de los frutos por translocación, sino que tal condición solo se presentó cuando entraron en contacto directo con las inflorescencias femeninas; (iv) las combinaciones de dicamba + fluroxipyr o metsulfuron + glifosato no generaron fitotoxicidad en el cultivo.

Lo anterior no desconoce la naturaleza ligera a moderadamente tóxica para humanos y animales de los herbicidas ni tampoco sugiere su aplicación indiscriminada, sino suscita su uso racional e integrado a prácticas sostenibles que favorezcan la absorción de nutrimentos y el crecimiento del cultivo, y además reduzcan la necesidad del control químico no solo en el plato sino dentro de otras áreas de cultivo (interlíneas, bordes de lotes, canales de riego o drenaje, o bolsas de los viveros) como: la siembra y mantenimiento de coberturas vegetales, el retorno a los platos de las hojas de poda, tusas o racimos vacíos de fruta como mulch, la aplicación de compost, efluentes o lodos de la planta de extracción (Ruiz *et al.*, 2015) y/o la identificación y conservación de las arvenses, nectaríferas o vegetación asociada (Cantuca *et al.*, 2001). Esto último resulta importante, ya que de las aproximadamente 255 especies de plantas asociadas con el cultivo de palma de aceite, únicamente el 33 % perteneciente a cerca de 52 familias botánicas (principalmente Polypodiaceae, Amaranthaceae, Piperaceae, Urticaceae, Papilionaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Verbenaceae, Solanaceae, Compositae, Gramineae, Cyperaceae y Commelinaceae), especialmente leñosas y rastreras, son consideradas malezas (Woittiez *et al.*, 2017), y el resto podrían servir como refugio o alimento de artrópodos depredadores de plagas (Calvache, 2001).

En otras palabras, el uso de herbicidas en el cultivo de palma de aceite debe dirigirse exclusivamente a la maleza o blanco biológico. Por ello, debe realizarse según el tipo de maleza que controle, por ejemplo, haloxifop o fluazifop para gramíneas anuales y perennes; metsulfuron o fluroxipyr para dicotiledóneas anuales y perennes; o glufosinato de amonio, ametrina, indaziflam y glifosato para malezas de hoja ancha o angosta como: *Ipomoea* sp., *Digitaria horizontalis*, *Paspalum paniculatum*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Achyranthes aspera*, *Richardia scabra*, *Caperonia palustris*, *Ludwigia linifolia*, *Microtea debilis*, *Imperata cylindrica*, *Emilia sonchifolia*, *Fimbristylis miliacea*, *Cyperus esculentus*, *Murdannia nudiflora*, *Poa* sp. (Woittiez *et al.*, 2017; [1]). Al mismo tiempo, no se debe generar una dependencia con cierto herbicida, ya que en los últimos años, el uso excesivo del glifosato en el cultivo de palma de aceite ha propiciado la aparición de resistencia en las malezas (Woittiez *et al.*, 2016), lo que ha conllevado a buscar otras fuentes con acción de contacto que controlen un amplio espectro de malezas (como el glufosinato de amonio) y se enmarquen en la rotación de ingredientes activos y el empleo de equipos de baja descarga y selectivos, como el “selector de malezas” o las fumigadoras de disco rotativo con control de gotas, los cuales son usados con éxito en cultivos como café, banano y plátano (López *et al.*, 2012).

Finalmente, aunque la investigación se llevó a cabo en un cultivo en establecimiento, se esperarían resultados similares en palmas adultas que son menos susceptibles a la competencia de las malezas, pues a partir de los cuatro años sus hojas se traslapan y sombrean el suelo casi totalmente, lo cual limita el crecimiento y desarrollo de la vegetación acompañante, por tanto, se disminuye el número de malezas y la frecuencia de su control (Cantuca *et al.*, 2001). No obstante, se puede continuar esta investigación y complementarla con estudios ecofisiológicos o de diversidad y abundancia de malezas, ya que su reconocimiento e identificación, o en general de las plantas asociadas con el cultivo, sirven de guía para determinar las mejores prácticas para su manejo. Esto, especialmente en lo relacionado con la eficiencia del riego y la fertilización, el manejo integrado de plagas y enfermedades, la recolección del fruto, y el control químico (Mexzón y Chinchilla, 2003) que debe enmarcarse en un esquema de rotación de ingredientes activos y considerar todos los criterios

de la Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible (RSPO, por sus siglas en inglés), en los que puntualmente se prohíbe el uso de los herbicidas catalogados como tipo 1A o 1B por la Organización Mundial de la Salud, o los que son listados por las convenciones de Estocolmo o Róterdam, como el paraquat y el MSMA (Espinosa, 2016), en el caso de pequeños productores por el alto riesgo que tiene su manejo.

Conclusiones

El uso de los herbicidas glufosinato de amonio, ametrina, haloxifop, indaziflam, glifosato, metsulfuron, fluazifop o fluroxipyr podrían considerarse dentro del manejo integrado del cultivo para el control de malezas en el plato de plantaciones jóvenes o adultas de palma de aceite, siempre y cuando se apliquen con precaución y con las recomendaciones establecidas, pues al no presentar efectos en la parte aérea, aparentemente no son absorbidos por las raíces de la palma, y no inducen anomalías en su crecimiento vegetativo y reproductivo. No obstante, se debe considerar que: (i) esto último podría contemplarse para un estudio posterior en el que se marque el movimiento de los herbicidas en el suelo y en la planta; (ii) el ploteo químico es solo una alternativa dentro del manejo integrado de malezas que, en el marco

de la actual producción de aceite de palma sostenible, acopla ciertos ingredientes activos en rotación o mezcla con la conservación de coberturas vegetales y nectaríferas, la aplicación de materia orgánica como mulch al plato y la limpieza mecánica; (iii) si se incluyen herbicidas, la elección debe basarse no solo en la disponibilidad regional o costo, sino en el estado del cultivo y la maleza, las características del lote y de las plantas asociadas. Su uso debe ser gradualmente minimizado, sin hacer una aplicación profiláctica o excesiva para evitar problemas de resistencia y alteración ecológica de otras comunidades dentro del agroecosistema de la palma de aceite, y su aplicación se debe llevar a cabo con aspersoras manuales o eléctricas especializadas para tal fin, que eviten el contacto (deriva) con el follaje o las inflorescencias femeninas, pues herbicidas como el fluroxipyr directo podría causar anomalías en el desarrollo de los racimos, tal como lo indican Keong (1987), Khairudin y Teoh (1988, 1992) y Thomas *et al.* (1973).

Agradecimientos

Al personal del Campo Experimental Palmar de las Corocoras por su apoyo en mediciones y recolección de datos. Esta investigación fue financiada por el Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma.

Bibliografía

- Calvache, H. (2001). El manejo integrado de plagas en el agroecosistema de la palma de aceite. *Palmas*, 22(3), 51- 60.
- Cantuca, S., Quevedo, E., Peña, E. & Checa, O. (2001). Reconocimiento taxonómico de plantas asociadas con la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en plantaciones de la zona de Tumaco. *Palmas*, 22(3), 27-37.
- Contreras, A., Corchuelo, G., Martínez, O. & Cayón, G. (1999). Estimación del área y del peso seco foliar en *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* y el híbrido interespecífico *E. guineensis* x *E. oleifera*. *Agron Colomb.*, 16(1-3), 24-29.

- Corley, R. & Tinker, P. (2015). Care and maintenance in oil palms. pp. 323-325. En Corley, R. & P. Tinker (Eds). *The oil palm*. UK: Blacwell Science.
- Espinosa, J. (Ed). (2016). *Interpretación nacional para Colombia del estándar RSPO 2013 de principios y criterios para la producción de aceite de palma sostenible*. Bogotá, Colombia: Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma).
- Keong, W. (1987). Development of parthenocarpic fruits in oil palm due to application of herbicides. *Planter* 63, 90-95.
- Khairudin, H. & Teoh, C. H. (1988). Herbicides induced parthenocarpy in oil palm—preliminary screening of herbicides. En Institut Penyelidikan Minyak Kelapa Sawit Malaysia (Eds). *Proceedings of the International oil palm conferences progress and prospects* (pp. 210-214). Kuala Lumpur, Malasia.
- Khairudin, H. & Teoh, C. H. (1992). Evaluation of new herbicides for general weed control in oil palm. *Planter* 68, 257-270.
- Labrada, R., Caseley, J. C. & Parker, C. (1996). *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): Estudio de producción y protección vegetal 120.
- López, J., Villalba, D., Salazar, L. & Cárdenas, O. (2012). Manejo integrado de arvenses en el cultivo de café: nueva alternativa de control químico. *Avances técnicos-Cenicafé*, 417. Manizales, Colombia.
- Mexzón, R. & Chinchilla, C. (2003). Especies vegetales atrayentes de la entornofauna benéfica en plantaciones de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Costa Rica. *Palmas*, 24(1), 33-57.
- Pérez, P. (2014). *Guía de prácticas agrícolas en el cultivo de palma de aceite ya establecido*. Bogotá, Colombia: Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma).
- Ramos, A. (2004). *Uso adecuado y eficaz de productos para la protección de cultivo*. Memorias del convenio entre Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y Cámara de la Industria para la Protección de Cultivos (ANDI). Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Rey, R. (1995). Optimización de recursos en el manejo de plantaciones. *Palmas* 16(4), 274-283.
- Ruiz, R. (2010). *Estimativos de producción para determinar el potencial productivo de racimos de fruta fresca. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: guía para facilitadores*. Bogotá, Colombia: Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).
- Ruiz, E. & Molina, D. (2014). Beneficios asociados al uso de coberturas leguminosas en palma de aceite y otros cultivos permanentes: una revisión de literatura. *Palmas* 35(1), 53-64.
- Ruiz, E., Mesa, E., Mosquera, M., Beltrán, J. & Guerrero, J. (2015). Ubicación de hojas cortadas durante la poda y la cosecha alrededor de las palmas como mulch: estudio de la adopción de la práctica en cultivadores de palma de aceite en Tibú, Norte de Santander. *Palmas* 36(3), 11-23.

- Sociedad Española de Malherbología (SEMh). (2007). Definiciones y consideraciones generales sobre las malas hierbas y control químico: herbicidas. Recuperado de <http://semh.net/>. Consultado: mayo de 2018.
- Thomas, R., Seth, A., Chan, K. & Ooi, S. (1973). Induced parthenocarpy in the oil palm. *J Ann Bot.*, 37(151), 447-452.
- Woittiez, L., Haryono, S., Turhina, S., Dani, H., Dukan, T. P. & Smit, H. (2016). Smallholder oil palm handbook module 3: Plantation maintenance. Wageningen, The Netherlands: Wageningen University.
- Woittiez, L., Wijk, M., Slingerland, M., Noordwijk, M. & Giller, K. (2017). Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. *Eur J Agron.*, 83, 57-77.
- [1]: Ficha técnica, tarjeta de emergencia y hoja de seguridad de los herbicidas Fusilade®, Cascabel®, Glyphogan®, Tomahawk®, Ally®, Finale®, Becano®, Verdict® en: <http://www3.syngenta.com/> <http://www.adama.com/> <https://www.cropscience.bayer.co/> <https://www.dowagro.com/co/> Consultado: diciembre de 2018.