

Evaluación de Compuestos Orgánicos como Alternativas de Producción Agrícola Sostenible al Uso del Glifosato en el Cultivo de Plátano (*Musa Balbisiana Colla*)

F. Ramírez Ramírez^{#1}, M. Razo García[#], O. Amador Camacho[#], M. Ramírez Ramirez[#], J. Peralta Nava[#], M. Rodríguez Palomera^{*}, R. González Rodríguez^{*}

[#]Tecnológico Nacional de México Campus Tlajomulco, Departamento de Ciencias Agropecuarias, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México

^{*}Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Unidad Académica Mascota, Jalisco, México

¹faustino.rr@tlajomulco.tecnm.mx

Resumen- El plátano (*Musa balbisiana Colla*) representa un rubro económico de enorme interés en la agricultura de Michoacán y Jalisco y constituye un importante producto tradicional de exportación. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la efectividad biológica de productos de origen ecológico como alternativas de producción agrícola sostenible al uso del glifosato para el control de maleza en el cultivo de plátano (*Musa balbisiana Colla*). El experimento se llevó a cabo durante el ciclo del 15 de enero al 5 de junio del 2022, en una huerta comercial de plátano ubicado en Coahuayana de Hidalgo, Mich. En un diseño de bloques completos al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los Tratamientos evaluados son fueron mezclas a base de Ácido Carboxílico, Poliéter polimetilsiloxano copolímero, Manitol, con diferentes concentraciones, así como Extracto de *Datura estramonium*, además de extractos alelopáticos de plantas como las de las familia de las agaváceas y Glifosato con diferentes dosis con un testigo absoluto. Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento 4 fue el que mostro mejor efectividad en el control de maleza de hoja ancha y angosta en el cultivo del plátano. Todos los tratamientos en aplicación postemergente a la maleza no causó ningún daño fitotóxico al cultivo.

Palabras clave: alternativo, bioherbicida, maleza.

Abstract- The objective is to evaluate the biological effectiveness of products of ecological origin as alternatives for sustainable agricultural production to the use of glyphosate for weed control in banana cultivation (*Musa balbisiana Colla*). The experiment was carried out from January 15 to June 5, 2022, in a commercial banana orchard located in Coahuayana de Hidalgo, Mich. In a randomized complete block design, considering seven treatments and four replications Four treatments based on Carboxylic Acid, Polyether polymethylsiloxane copolymer, Mannitol, Mixture,

Extract of *Datura estramonium* other organic compounds and allelopathic extracts of plants at different levels and Glyphosate with different doses and an absolute control were evaluated. In the present study, treatment 4 was the one that showed the most effectiveness in controlling broad and narrow leaf weeds in banana cultivation. All the treatments applied postemergently to the weeds did not cause any phytotoxic damage to the crop..

Keywords: alternative, bioherbicide, weed

I.- INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa balbisiana Colla*) representa un rubro económico de enorme interés en la agricultura de Michoacán y Jalisco y constituye un importante producto tradicional de exportación, cuya producción y comercialización se transforma en fuente de trabajo e ingreso de divisas, y en general del bienestar socio-económico de la economía nacional [1].

Uno de los factores que merma el cultivo de banano es la presencia de malezas con daños directos debido a la competencia por los elementos esenciales: agua, luz y nutrientes, con mejor adaptabilidad de las malezas al medio ambiente originando pérdidas de hasta un 46 % [2].

En 2020 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el decreto por el cual se establecen las acciones a realizar por parte de las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal en el ámbito de sus competencias para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada “Glifosato”, y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente [3].

En el país el principal ingrediente activo que se utiliza para controlar las malezas es el Glifosato, pero esta molécula está causando daño al medio ambiente y a la salud humana,

por esta razón, el objetivo de este estudio fue evaluar diferentes herbicidas para identificar herbicidas alternativos que puedan sustituir al herbicida Glifosato en el control químico de maleza en plátano en la zona de producción de este cultivo.

II.- MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en la localidad de El Camalote en el municipio de Coahuayana, Michoacán, en la cual se encuentra establecida una plantación de plátano macho (*Musa balbisiana* Colla). El marco de plantación del cultivo es de 3 metros entre líneas o surcos y 1.5 metros entre plantas, con una densidad de 2,200 plantas/ha.

Se identificaron las malezas presentes en el lugar del experimento diferenciando malezas de hoja angosta y malezas de hoja ancha e identificando su ciclo de vida.

Se evaluaron 4 tratamientos (Tabla I) de compuestos orgánicos a base de saponinas y nanopartículas poliméricas con diferentes dosis de mezcla bioherbicida. Las dosis de mezcla utilizadas fueron 80, 100 150 y 115ml/L, de los compuestos orgánicos; El tratamiento 5 correspondió al testigo absoluto; el tratamiento 6 al herbicida con ingrediente activo glifosato 10ml/L y el tratamiento 7 al herbicida orgánico a base de *Datura estramonium* y extractos alelopáticos de diferentes plantas 15ml/L.

TABLA I

DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO PARA EVALUAR COMPUESTO ORGÁNICO EN EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE PLÁTANO

TRATAMIENTOS	CONTENIDO	DOSIS ml/L
T1	Compuesto orgánico 1	80 ml
T2	Compuesto orgánico 2	100 ml
T3	Compuesto orgánico 3	150 ml
T4	Compuesto orgánico 4	115 ml
T5	Testigo absoluta	0
T6	Glifosato	10 ml
T7	Extracto de <i>Datura estramonium</i> , extractos alelopáticos de plantas	15 ml

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales consistieron surcos 3 metros y 1.5 metros entre plantas

Los herbicidas se aplicaron el 6 de abril y el 22 de mayo del 2022 con aspersora manual marca Truper con boquilla ajustable y de capacidad de 2lts. Al momento de la aplicación las malezas presentaron una altura promedio de 15 cm en todo el experimento. Previamente se colectó una muestra de las plantas presentes y se colocaron en una prensa de madera para su conservación y clasificación a nivel de familia y género [4].

Las variables evaluadas fueron: cobertura de hoja angosta (%), cobertura de hoja ancha (%), cobertura total (%) a los 26 DDA. La metodología utilizada fue de acuerdo con

Esqueda y Tosquy [5]. Se realizaron los análisis de varianza y prueba de medias Tukey al 0.05 mediante el paquete estadístico SAS Studio 2022.

III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Identificación de malezas

Se identificaron 22 especies de malezas pertenecientes a 9 familias entre las cuales hubo mayor abundancia de 9 especies de hoja angosta (Tabla II) con el 41 % de la superficie y 13 especies de hoja ancha con el 59% restante.

TABLA II

MALEZAS DE HOJA ANGOSTA IDENTIFICADAS

Malezas de hoja angosta			
Familia	Nombre científico	Nombre común	Ciclo de vida
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i>	Zacate pinto	Anual
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Caminadora	Perenne
Poaceae	<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina	Anual
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	Zacate Johnson	Perenne
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma	Perenne
Poaceae	<i>Digitaria velutina</i>		Perenne
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacate guinea	Perenne
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Pata de gallo	Anual

1) Hoja angosta

Las especies que se identificaron fueron: 1) Zacate pinto (*Echinochloa colona*), Pasto anual, crece en lugares húmedos e inundados, muy macolladora. Hojas planas, con vainas glabras, a veces de color púrpura. Se distingue fácilmente de otras gramíneas porque no tiene lígula; 2) Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), es un pasto anual erecto con crecimiento vigoroso, presenta raíces adventicias vigorosas, puede alcanzar una altura de hasta 4 m o más. Las hojas son de forma lineal, con pubescencia a ambos lados, vaina ancha y abierta, parte inferior de la nervadura central abultada; 3) Pata de gallo (*Eleusine indica*), pasto anual, con cañas generalmente ramificadas desde la base, decumbentes y radicantes en los nudos inferiores, muy comprimidas, de 30 a 50 cm de altura; 4) Zacate Johnson (*Sorghum halepense*), pasto perenne de hasta 2 m de altura, con largos rizomas. Vainas redondeadas a aplanadas. Prefoliación convolutada. Láminas de 50 cm de largo y con el borde cortante. Panojas terminales laxas y piramidales; 5) Gramma (*Cynodon dactylon*), Su desarrollo es rastrero pudiendo alcanzar longitudes de los tallos de más de 2 metros. Éstos también pueden ser erguidos con alturas de 30 a 40 cm. Dispone de rizomas y estolones para colonizar suelos y reproducirse; 6) *Digitaria velutina*, pasto anual; tallos decumbentes, ramificados y glabros; vainas pilosas, láminas foliares pilosas; panículas con 8 a 30 ramificaciones; 7) Zacate guinea (*Panicum maximum* perenne rizomatosa, de porte alto, desarrolla principalmente en macollos aisladas, que pueden alcanzar hasta 3 m de altura. La inflorescencia es una espiga abierta con ramificaciones laterales; 8) Pata de gallo (*Dactyloctenium aegyptium*), tiene la raíz ramificada. El tallo con nudos de consistencia herbácea. Las hojas son lineal lanceoladas, paralelinervias, con presencia de lígula. Las inflorescencias se disponen en panícula de

espiga, todas las espigas salen de un punto. Son hermafroditas de ovario súpero; 9) *Urochloa fasciculata*, pasto anuales o perennes, cespitosas, estoloníferas o rizomatosas; plantas hermafroditas o polígamas. Vainas redondeadas; lígula una membrana ciliada; láminas lineares a linear-lanceoladas. Inflorescencias terminales o terminales y axilares [6].

2) *Hoja ancha*

Las especies identificadas fueron (Tabla III): 1) Cotorrera de agua (*Euploca procumbens*) Cotorrera de agua es un género de plantas casi cosmopolita con alrededor de 100 especies. Las especies tienen hojas con una anatomía de Kranz típica de C4. 2) Cola de alacran (*Heliotropium angiospermum*), planta anual, hirsuta que es una maleza común en lugares de desecho y las zonas pobladas. 3) hierba mora (*Solanum americanum*) planta anual o perenne, con tallo verde o púrpura, erecto y ramificado. Las hojas alternas, de tamaño y forma variables con bordes enteros u ondulados, con pecíolos finamente alado de uno 4 cm de largo, decurrente o no; 4) La higuierilla (*Ricinus communis*) es un arbusto con un tallo grande, leñoso y hueco, que puede presentar un color púrpura oscuro en algunas variedades, al igual que los pecíolos, nervios e incluso las propias hojas. Estas partes suelen estar cubiertas de un polvillo blanco similar a la cera. Las hojas son muy grandes, con nervaduras en forma de palma y divididas en 5 a 9 lóbulos, con bordes irregularmente dentados.; 5) Quelite (*Amaranthus spp*) Hierbas erectas, dioicas. Ciclo: Anual. Tallos: Tallos estriados verdes a rojizos, lignificados en la base en ejemplares de mayor tamaño. 6) Golondrina (*Euphorbia hirta*) planta herbácea anual, erecta o decumbente, o bien, rastrera y extendiéndose radialmente, densamente pilosa, los pelos con frecuencia multicelulares y amarillos. El tallo es ramificado en forma dicotómica. Las hojas son opuestas, estípulas pequeñas, en forma de aristas; 7) Golondrina (*Euphorbia hypericifolia*) hierbas anuales, erectas o ascendentes; los tallos glabros, rojos o verdes. Hojas oblongas, ápice redondeado u obtuso, base oblicua, obtusa a cordada, márgenes serrados, glabras; estípulas unidas, deltadas, enteras o divididas; 8) Conchita (*Blechnum pyramidatum*) Son hierbas erectas a inclinadas; los tallos más jóvenes cuadrangulares. Las hojas ovadas a ovado lanceoladas, el ápice agudo, base cuneada a obtusa, los márgenes crenados a enteros, escasamente pilosas a glabras, las inflorescencias son terminales; 9) Lechosa (*Euphorbia heterophylla*) Es una especie abundante, tallo simple, con jugo lechoso; hojas heterófilas; flores amarillentas, pequeñas, con brácteas. Las hojas en el extremo superior del tallo, cerca del ciato, tienen un llamativo color rojo escarlata. Las hojas son lobuladas. El tallo exuda una savia de color blanco lechoso tóxico. Los ciatios o falsas flores, se encuentran en grupos a la cabeza del pie y son de color amarillo verdoso. No tienen pétalos, el color rojo que forman parte de las hojas jóvenes por coloración. Los frutos son pequeños, segmentado en cápsulas; 10) Tripa de vaca (*Cissus verticillata*): Se eleva hasta una altura de 6 a 10 m, con zarcillos; tallos muy flexibles, ramas articuladas; hojas, de hasta 15 cm de largo por 12.5 cm de ancho, sencillas, oblongas a aovadas o acorazonadas, margen dentado setoso, inflorescencias opuestas a las hojas, ramificadas, de

contorno redondeado, cima compuesta umbeliforme; 11) Bejuco (*Ipomoea spp*): Son hierbas perennes, raramente anuales, a veces se encuentran lignificadas en la base. Pueden ser rizomatosas o tuberosas, pubescentes o glabras. Los tallos son volubles, raramente decumbentes, de sección poligonal o circular, con látex hialino, raramente de color blanco Las hojas son enteras o lobadas, a veces muy variables en el mismo tallo, pecioladas. Las inflorescencias son cimas dicaxiales y axilares, rara vez con flores solitarias; pedúnculos de longitud variable; 12) Alfombra turca (*Phyla nodiflora*) El género Phyla se distingue por ser hierba (Lippia en el sentido más estricto abarca solo especies leñosas), hojas simples, un fruto seco que se separa en 2 frutos parciales en la madurez (no 4) y tener la inflorescencia en cabezuela alargada. Las flores tienen 4 lóbulos. El hábito es decumbente y las plantas enraízan en los nudos [6].

Tabla III
MALEZAS DE HOJA ANCHA IDENTIFICADAS

Malezas de hoja angosta			
Familia	Nombre científico	Nombre común	Ciclo de vida
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i>	Zacate pinto	Anual
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Caminadora	Perenne
Poaceae	<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina	Anual
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	Zacate Johnson	Perenne

B. Efecto del herbicida sobre la cobertura de maleza 26 días después de la aplicación.

De acuerdo con los resultados del muestreo inicial (cuadro 3), la densidad de la maleza no mostró diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se considera que las especies de malas hierbas mostraron distribuciones similares. La variable Efecto del herbicida sobre la cobertura de maleza 26 días después de la aplicación presentó un efecto positivo y diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mejor control de maleza y sin efectos de toxicidad el tratamiento 4.

Tabla IV
ANOVA PARA LA VARIABLE EFECTO DEL HERBICIDA SOBRE LA COBERTURA DE MALEZA 26 DDA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	8	19358.57	2419.82	1693875	<.0001
Error	12	0.017	0.00143		
Total corregido	20	19358.59			

Fuente: SAS Studio 2022

En esta variable el ANOVA (Tabla IV) arrojó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en los diferentes tratamientos en comparación con el testigo. Se puede observar que con un 95 % de confiabilidad se puede constatar que existe diferencia entre los tratamientos por lo tanto el tratamiento 4 si ejerció un efecto en la variable control de maleza después de los 26 días de aplicación. el efecto de los herbicidas sobre las comunidades de maleza es influenciado por diversas variables, incluyendo condiciones ambientales, tales como el contenido de agua en el suelo, la temperatura

del aire e incluso el tipo de coadyuvantes (p.e. surfactantes), que se utilicen.

En el procedimiento de Tukey (Tabla V) para la variable control de maleza después de los 26 días de aplicación dividió los tratamientos en 6 grupos, en el A, el tratamiento 4; en el grupo B, el tratamiento 6, en el grupo C, el tratamiento 7, en el grupo D, el tratamiento 2, en el grupo E, el tratamiento 3, en el grupo F, el tratamiento 3, en el grupo G, el tratamiento 5 siendo el testigo absoluto, siendo el mejor tratamiento el T4 con un 95% de cobertura.

TABLA V
PRUEBA DE TUKEY PARA LA VARIABLE LA VARIABLE EFECTO DEL
HERBICIDA SOBRE LA COBERTURA DE MALEZA 26 DDA

Tratamientos	Estimación	Agrupamiento
T4	95.65	A
T6	92.65	B
T7	83	C
T2	81.8	D
T3	80	E
T1	73.8	F
T5	0	G

Fuente: SAS Studio 2022

El uso de sustancias naturales para el control de malezas, ha tenido una creciente demanda debido a que se consideran mas seguros y menos contaminantes que los herbicidas convencionales. Es una de las razones para examinar, investigar y luego usar estos productos en la agricultura convencional y orgánica [7]. Al observar los resultados obtenidos en la variable a evaluar podemos observar que si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados siendo tratamiento 4 el que muestra un mejor comportamiento con relación al porcentaje de control en comparación con los demás tratamientos.

IV.- CONCLUSIONES

En el presente trabajo se pudo observar en la variable control de maleza después de las diferentes fechas evaluadas en el cultivo de plátano que los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento 4 ya que tuvo una efectividad del 95% en el control de las malezas tanto de hoja agosta como de hoja ancha.

No se presentaron efectos de fitotoxicidad en las primeras dos primeras fechas de evaluación.

Se evaluo el efecto de los herbicidas establecidos y evaluados en campo, comparándolos con el glifosato como testigo regional de referencia. Como primera aproximación, se ha logrado identificar algunos herbicidas con buen efecto en el control de malezas.

REFERENCIAS

[1] SAGARPA (2022). Producción de plátano “Hecho en México” aumenta siete por ciento [En línea] Disponible en: <https://embamex.sre.gob.mx/republicadominicana/index.php/comunicados/429-produccion-de-platano-hecho-en-mexico-aumenta-siete-por-ciento>

[2] G. Plaza, “Manejo de Malezas en Frutales”. Pp 238-251. En Fischer, G. (ed). Manual para el Cultivo de Frutales en el Trópico. Produmedios. Bogotá.

[3] DOF (2020). Decreto por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente [En línea] Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020#gsc.tab=0.

[4] S. Brenes-Prendas, y R. Agüero-Alvarado, “Reconocimiento taxonómico de arvenses y descripción de su manejo, en cuatro fincas productoras de piña (Ananas comosus L.) en Costa Rica,” *Agronomía Mesoamericana*, Vol. 18(2), pp. 239-246.

[5] V. A. Esqueda Esquivel, y O. H. Tosquy Valle, “Control químico de *Echinochloa colona* (L.) link resistente al propanil y *Cyperus iria* L. en arroz (*Oryza sativa* L.) de temporal en Tres Valles,” *Veracruz. Universidad y ciencia*, Vol. 29(2), pp. 113-121, 2013.

[6] CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad).(2022). Malezas de México [En línea] Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/paginas/lista-plantas.htm>

[7] F. E. Dayan, and S. O. Duke, “Natural compounds as next-generation herbicides,” *Plant Physiology*, Vol. 166(3), pp. 1090–1105, 2014. <https://doi.org/10.1104/pp.114.239061>

[1] O. Adegbite, O. Oni, and I. Adeoye, “Competitiveness of pineapple production in Osun State,” Nigeria. *Journal of Economics and Sustainable Development*, Vol. 5(2), pp. 205-214, 2014.

[3] C.J. Canturo, “Evaluación de la aplicación temprana de ácido acético para el control de malezas de hoja ancha en el cultivo de melón de trasplante,” <https://www.Science.org.es/efectividad%20cuatro%20herbicidas%20aplicado%20en%20reciduos%20Roberto%20Alfaro.pdf>

[6] A. Elizondo (2014), “Noticias del mercado internacional de piña fresca. Dirección de Mercadeo y Agroindustria. CNP-Mercanet. Boletín 1, año 11” [En línea]. Disponible en: www.mercanet.cnp.go.cr.

[7] EPA (2001) Plaguicidas. Agencia de protección ambiental de Estados Unidos [En línea] Disponible en: <https://www.español.epa.gov/español/plaguicidas>.