

# ANÁLISIS DE USO DE PLAGUICIDAS EN CULTIVO DE CAÑA

*Data de submissão: 22/10/2024*

*Data de aceite: 01/11/2024*

### **Graciano Calva Calva**

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados unidad Zacatenco.

### **Octavio Gómez Guzman**

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados unidad Zacatenco.

### **José Manuel Carrión Jiménez**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **José Luis González Bucio**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **Joel Omar Yam Gamboa**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **Víctor Hugo Delgado Blas**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **Norma Palacios Ramírez**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

### **Walter Magaña Landero**

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

**RESUMEN:** En este trabajo se presentan los resultados del análisis de muestras de suelo de una parcela de cultivo de caña en Ranchito, Corozal Belice para detectar presencia de agroquímicos en ellas. El análisis cromatográfico reveló la presencia de glifosato como único compuesto presente en 16 de las 20 muestras de suelo analizadas. La presencia de glifosato es un indicativo de que aún se sigue utilizando este herbicida catalogado como cancerígeno por el Centro de Investigación del Cáncer. Por lo cual el uso de este herbicida conlleva un riesgo de contaminación tanto para Belice como para Chetumal por la proximidad de los campos de cultivo con cuerpos de agua ubicados en estos lugares. Adicionalmente se analizaron las 20 muestras de suelo mediante la medición de la conductividad, el pH, contenido de nitrógeno y fósforo extraíble. El pH promedio de las 20 muestras analizadas fue de  $6.94 \pm 0.07$  y para la conductividad se calculó un valor promedio de  $0.605 \pm 0.107$  dS/m. La concentración promedio de fósforo de las 20 muestras analizadas fue de  $18.70 \pm 3.26$  mg/kg. El objetivo de este estudio es investigar la presencia de glifosato en muestras de suelo de parcela de campo de cultivo

**PALABRAS CLAVE:** Glifosato, cultivo

## INTRODUCCIÓN

El uso de herbicidas y plaguicidas para la agroindustria cañera en la zona norte de Corozal Belice representa un grave problema de contaminación. En años recientes la Junta de Control de Pesticidas (PCB, por sus siglas en inglés) de Belice, el principal órgano regulador del uso y manejo de herbicidas y plaguicidas para uso agrícola, indica que desde 1980 se incrementó el uso de estos en campos agrícolas (Board, 2016). Recientemente la Junta de Control desarrolló un plan estratégico (2017-2021) para regular el uso de estos químicos contaminantes; sin embargo, esta junta reporta el uso actual de herbicidas y plaguicidas en actividades agrícolas como el glifosato, el diurón, el picloram, el gramuron y el ametryne. El glifosato es un herbicida usado ampliamente a nivel mundial para el control de maleza y es un herbicida de amplio espectro no selectivo y sistémico por lo que se encuentra en todos los tejidos de los vegetales rociados con este herbicida. El glifosato y su metabolito de degradación el ácido aminometilfosfónico (AMPA) son compuestos contaminantes; un informe de la Agencia Internacional del Cáncer (IARC) concluyó que existían datos y estudios suficientes para establecer una relación entre la exposición al glifosato y determinados cánceres en animales (IARC, 2020), donde existen varios estudios científicos que demuestran que hay pruebas suficientes de que el glifosato es un compuesto cancerígeno (Andreotti y col., 2018, Berry, 2020, Mink y col., 2012). El ácido aminometilfosfónico (AMPA), cuya fórmula estructural es  $\text{CH}_6\text{NO}_3\text{P}$ , es un producto de degradación del glifosato y su principal metabolito. La ruta principal de desactivación del glifosato es la hidrólisis al ácido aminometilfosfónico (AMPA). Este compuesto presenta un ácido orgánico débil de baja toxicidad con un grupo de ácido fosfórico. Este presenta un carácter polar y alta solubilidad en agua. Su periodo de vida media es de aproximadamente 3 años. El AMPA fue descubierto en lechuga y cebada cultivadas en un año tras el tratamiento del suelo con glifosato (Mink y col. 2012). Debido a lo antes mencionado el glifosato representa un problema de contaminación ya que al ser usado en campos de cultivo como el de caña, este puede ser bioacumulado por las plantas y ser transportado del suelo a cuerpos de agua cercanos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

20 muestras de suelo fueron colectadas de una parcela de caña de azúcar de 2 hectáreas (200 x 100 m) ubicado en el poblado de Ranchito Corozal Belice con coordenadas de Latitud 18°21'48.1" Norte y 88°24'30.2" oeste. Las muestras de suelo fueron etiquetadas como M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17,

M18, M19 y M20 y se recolectaron a una distancia de 20 metros de distancia entre ellas La parcela fue muestreada el 26 de marzo del 2022 siguiendo el método de muestreo simple indicado en la norma NOM-021-RECNAT-2000. Las muestras fueron colectadas el 26 de marzo del 2022, durante ese mes no se presentaron precipitaciones pluviales.

## **Análisis Cromatográfico**

20 muestras de suelo fueron colectadas en frascos de plástico de 200 ml y fueron tamizadas para retirar piedras. Se tomaron 10 g. de suelo tamizado y se le adicionó 100 ml de diclorometano para posteriormente colocarlo en un rotavapor a 40°C y 300 rpm para evaporar el diclorometano a sequedad y posteriormente se diluyeron en 30  $\mu$ l de diclorometano y para su análisis se inyectaron 5  $\mu$ l de forma manual.

## **Cromatógrafo de Gases condiciones experimentales**

Se utilizó un cromatógrafo de gases Perkin Elmer serie 9000 equipado con detector de flama ionizada para el análisis de las muestras de suelo las condiciones experimentales fueron las siguientes: Temperatura del inyector 250 °C con un programa de temperatura de 70 °C durante 2 minutos e incrementos de temperatura de 10 °C/min hasta 280 °C. Las condiciones del acoplamiento de masas fueron: temperatura de la fuente de ionización (230 °C), temperatura de la línea de transferencia (250 °C) y una energía de ionización de 70 eV.

## **Caracterización del suelo**

### **Conductividad y pH de suelo**

Se midieron mediante el método propuesto en la NOM-021-RECNAT-2000, que consistió en preparar un extracto acuoso de suelo (1:2 p/v) y medir el pH y conductividad del extracto con un medidor de pH y un medidor de conductividad. Se pesaron 10 g de suelo y se vertieron 20 ml de agua desionizada. La mezcla se dejó durante 30 minutos, con agitaciones manuales cada 5 minutos. El extracto de suelo se filtró dos veces con un filtro de poro cerrado y se midió pH y conductividad con Un medidor de pH y conductividad portátil Hanna.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Caracterización del Suelo**

Los resultados de las determinaciones en suelo de las muestras analizadas se presentan en la Tabla 3.1. El pH promedio de las 20 muestras analizadas fue de 6.94  $\pm$  0.07 este resultado indica que el pH del suelo de la parcela fue neutro de acuerdo con

la NOM-021-RECNAT-2000. No se encontró diferencia significativa de pH entre las 20 muestras analizadas ( $\alpha = 0.10$ ). En cuanto a los valores de la conductividad se calculó un valor promedio de  $0.605 \pm 0.107$  dS/m, de acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000 conductividades menores a 0.8 dS/m corresponden a suelos con una salinidad baja por lo que el suelo presenta condiciones ideales para cualquier cultivo. La concentración promedio de fósforo de las 20 muestras analizadas fue de  $18.70 \pm 3.26$  mg/kg. Estas concentraciones de fosforo en el suelo son adecuadas para cualquier cultivo según la norma NOM-021-RECNAT-2000 por lo cual este tipo de suelo no presenta deficiencia de este nutriente.

Muestra	pH	Conductividad (dS/m)	P (mg/kg)	Muestra	pH	Conductividad (dS/m)	P (mg/kg)
1	6.80	0.343	19.89	11	6.98	0.638	16.46
2	6.92	0.652	12.78	12	7.04	0.529	21.36
3	7.04	0.581	18.61	13	6.95	0.682	20.98
4	6.78	0.474	15.37	14	6.99	0.699	17,85
5	6.98	0.521	16.43	15	7.01	0.593	22.72
6	6.91	0.792	21.59	16	6.93	0.602	21.87
7	6.92	0.663	18.37	17	6.98	0.588	19.04
8	7.01	0.574	21.12	18	6,91	0.497	18.77
9	6.94	0.553	20.68	19	6.87	0.622	19.69
10	6.93	0.692	18.74	20	6.91	0.801	21.74

Tabla 3.1: Resultados de la caracterización del suelo de la parcela analizada.

## ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO DE LAS MUESTRAS DE SUELO

El uso excesivo del glifosato y su impacto en el medio ambiente ha promovido el análisis químico del glifosato en el agua, el suelo y alimentos. Debido a la complejidad y características específicas de la molécula para ser analizada en primera etapa esta debe ser detectada y posteriormente cuantificada. En el caso de muestras de suelos y agua su detección es particularmente más difícil debido a que esta puede diluirse concentraciones muy pequeñas. En el análisis de la parcela objeto de este estudio de tesis los cromatogramas obtenidos para las muestras M1, M2, M3, M4, M6, M7, M8, M10, M14, M16, M17, M18, M19 y M20 confirmaron la presencia del herbicida glifosato. La Figura 1 presenta los cromatogramas para las muestras M1, M6, M18 y M19. Esto es un indicativo del uso al menos de este herbicida en el control de maleza para el cultivo de caña en la parcela analizada. El glifosato es un compuesto que no contiene una estructura química compleja, pero al tener cuatro grupos altamente polares se dificulta el análisis por métodos convencionales, los resultados obtenidos muestran que se presentan concentraciones traza de este herbicida y los cromatogramas para las muestras M16, M19 y M20 presentaron los picos más altos de glifosato. Para las muestras M5, M9, M11, M12, M13, M15 no se detectó presencia de glifosato esto puede ser debido al transporte de las muestras se realizó vía

terrestre, donde primero debieron ser transportadas desde la parcela en Ranchito Corozal hasta el laboratorio de Química ambiental en Chetumal para su posterior traslado vía paquetería al laboratorio de Ingeniería Metabólica del Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) para su análisis cromatográfico. Es importante recalcar este traslado, ya que al no contar con laboratorio de cromatografía en la Universidad de Quintana Roo el análisis tuvo que ser realizado en dicho centro de investigación, por lo cual otros compuestos químicos como plaguicidas o herbicidas que pudieran estar presentes probablemente se volatilizaron, esto podría ser confirmado en posterior estudio. Sin embargo, la importancia de este trabajo radica en el hecho de que a pesar de afirmarse por algunos cañeros que el glifosato no es usado actualmente; los cromatogramas para las muestras antes mencionadas evidencian el uso de este herbicida tóxico y cancerígeno. El uso de este herbicida conlleva problemas para México dado la colindancia de Belice con Chetumal. En efecto la parcela analizada representa aproximadamente el 10 % de las 2000 hectáreas de parcelas utilizadas en Corozal para la siembra de caña y dado su cercanía con Chetumal, el Río Nuevo y la Bahía de Belice, tal como se puede observar en la Figura 2; este herbicida y otros compuestos químicos que pudieran seguir siendo utilizados representarían problemas de contaminación para Belice y Chetumal.

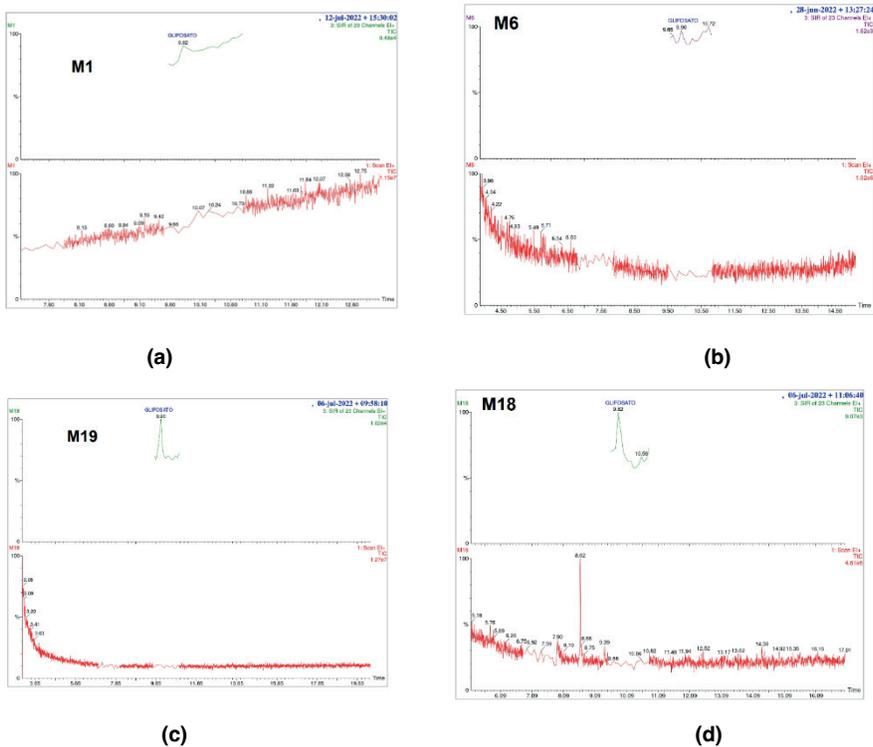


Figura 1. Cromatogramas correspondientes a las muestras M1, M6, M18 y M19

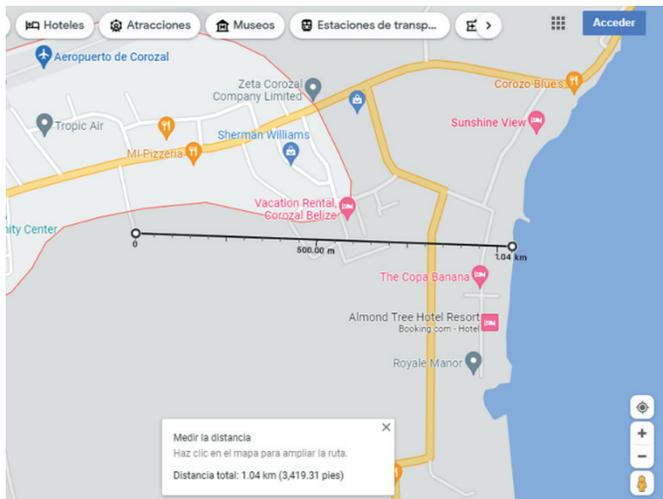


Figura 2. Distancia de la parcela analizada hacia a la bahía de Corozal

## REFERENCIAS

Andreotti, G., Koutros, S., Hofmann, J., Sandler, D., Lubin, J., Lyn, C., Freeman, L. (2018). Glyphosate Use and Cancer Incidence in the. *Journal Cancer Natioanl Inst*, **15** 509-516.

Asr, B. (7th de April de 2015). *Belize Sugar*. Obtenido de Belize Sugar: <http://www.sugarindustryofbelize.com/new-blog-1/2015/4/7/soil-types-in-belizes-sugar-cane-area#:~:text=The%20predominant%20soils%20identified%20by,%2C%20Vertisols%2C%20Mollisols%20and%20Alfisols.>

Berry, C. (2020). Glyphosate and cancer: the importance of the picture. *Pest management Science*, **25**, 2874-2877.

Board, P. C. (2016). *Pesticide Control Board*. Obtenido de Pesticide Control Board : <https://www.pcbbelize.com/organizational-structure/>

IARC. (febrero de 2020). [https://www.iarc.who.int/cards\\_page/iarc-publications/](https://www.iarc.who.int/cards_page/iarc-publications/). Recuperado el 15 julio de 2022

Intertox, O. S. (2017). *Roadside Vegetation Management Herbicide Fact Sheet*. Washington State Department of Transportation's.

Mink, P., Mandel, J., Scurmann, B., & Lundin, J. (2021). Epidemiologic studies of glyphosate and cancer: A review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **42**, 440-452.

Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.