

**ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS MORFOLÓGICOS EN CÉLULAS EPITELIALES DEL MAÍZ
(*Zea mays*) POR EXPOSICIÓN AL GLIFOSATO Y UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA
PARA LA SENSIBILIZACIÓN SOBRE LA PROBLEMÁTICA DE SU USO**

ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL CHANGES IN CORN EPITHELIAL CELLS (*Zea mays*)
BY EXPOSURE TO GLYPHOSATE AND A PEDAGOGICAL STRATEGY TO RAISE
AWARENESS ABOUT THE PROBLEMS OF ITS USE

LUNA GABRIELA SOLER VERA¹

INGRID LORENA SUÁREZ CÁRDENAS²

JOHAN CAMILO MOSQUERA VARÓN³

Eje temático N° 2: Educación en Ciencia y Tecnología y su relación con la sociedad

253 **Modalidad:** Ponencia Oral

Resumen

Los herbicidas a base de glifosato presentan una solución rápida al momento de deshacerse de plantas no deseadas, se usan ampliamente en el sector agrícola. Sin embargo, poseen el potencial de afectar directamente de manera negativa a los demás agentes bióticos del ecosistema tales como animales y bacterias. En el presente trabajo se analizó el efecto del glifosato bajo dos nombres comerciales (RoundUp y Dogo) sobre las células oclusivas del estoma de las hojas del maíz (var. Rojo harinoso). En los resultados obtenidos se puede denotar que el grupo expuesto a Roundup durante el día uno de la aspersión posee estomas de un tamaño menor que el grupo control, en el grupo expuesto a Dogo, de igual manera hay una ruptura en los procesos que regulan la turgencia en las células acompañantes debido a los componentes químicos de los herbicidas. Dentro de la estrategia pedagógica se implementó un taller virtual dirigido a una población flotante dando a conocer las problemáticas biológicas, sociales y ambientales que presentan con el glifosato. En esta actividad se recalcó que existe

¹ Estudiante de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, lunasoler8@gmail.com

² Estudiante de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, cardenas55755@gmail.com

³ Estudiante de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, avesloro@gmail.com



una corresponsabilidad entre las personas como consumidores, las multinacionales y el Estado, donde es necesario adelantar acciones para exigir alimentos libres de agroquímicos.

Palabras Claves: Estomas, Fotosíntesis, Herbicidas, Maíz.

Abstract

Glyphosate-based herbicides provide a quick solution when it comes to getting rid of unwanted plants, they are specifically used in the agricultural sector. However, they have the potential to directly and negatively affect other biotic agents in the ecosystem such as animals and bacteria. In the present work, the effect of glyphosate under two commercial names (RoundUp and Dogo) on the occlusive cells of the stoma of the corn husks (var. Mealy red) was analyzed. In the results it can be denoted that the group exposed to Round Up during day one of the spray has stomas of a smaller size than the control group, in the group exposed to Dogo, in the same way there is a break in the processes that regulate the turgidity in the accompanying cells due to the chemical components of the herbicides. Within the pedagogical strategy, a virtual workshop was implemented, directed to a floating population, making known the biological, social and environmental problems they present with glyphosate. In this activity it was emphasized that there is a co-responsibility among people as consumers, multinationals and the State, where it is necessary to take actions to demand agrochemical-free food.

Keywords: Stomata, Photosynthesis, Herbicides, Corn.

Introducción

Durante varias décadas del siglo XX el cultivo de plantas destinadas a fabricar estupefacientes ha sido una de las problemáticas más difíciles de tratar para la nación, Entre 1978 y 1984 el Gobierno de Estados Unidos y Colombia experimentan con aspersores portátiles con el ácido 2,4-diclorofenoxiacético, el componente "mágico" del Agente Naranja (García,2003).Después en la década de los 90's se decidió utilizar glifosato como alternativa para erradicarlos mediante aspersiones aéreas (Calderón y Torres, 2017). Sin embargo, numerosos estudios han demostrado que esta aparente seguridad en su utilización



puede tener consecuencias para comunidades de microorganismos en el suelo (Newman. Et al., 206) así como en perros, ratas e incluso humanos (Bradberry. Et al., 2004). En el caso de las plantas los coadyuvantes del tipo de los aceites vegetales (aceites agrícolas, aceites minerales altamente refinados o aceites vegetales metilados con un 5% - 20 % de un tensioactivo) favorecen la acción de algunos herbicidas de contacto y sistémicos, especialmente en condiciones de estrés por sequía. Se utilizan en dosis de a 2 l/ha (Vitta. Et al., 2004).

En el 209 se crea una ley en la cual “se prohíbe el uso del glifosato y sus derivados en la implementación de la política nacional de drogas y se dictan otras disposiciones” (Senado de la República de Colombia, 209). Dentro de las estrategias pedagógicas se encuentra el “taller” constituye distintas actividades planeadas con el propósito de suscitar la participación de los miembros del colectivo, las actividades del lenguaje articuladas al desarrollo del currículo y los procesos de autoformación e interlocución a través del acompañamiento de observador participante (Luna,202). Este trabajo busca analizar los cambios morfológicos en células epiteliales del Maíz por exposición al glifosato y sensibilizar a una población flotante sobre los efectos del uso de estos productos, debido a que es un problema tanto ambiental como social.

Metodología

Se obtuvieron las semillas orgánicas de maíz (*Zea mays*) por parte de la organización Red de Semillas Libres de Colombia, se pregerminaron 29 semillas de maíz (*Zea mays*) por medio de una cámara de germinación casera fabricada con algodón siendo remojada



cada 24 horas. Para la preparación del suelo se procedió a la mezcla de 80 kg del suelo franco arcilloso “tierra negra” con 250 gramos de cascarilla de arroz. Posteriormente se realizó la esterilización de las materas con desinfectante comercial “DURABACTER TC”.

Se realizó la siembra de 20 semillas de *Zea mays* en macetas con suelo franco arcilloso dispuestas en un micro invernadero en cada grupo de plantas control, tratadas con round-up y tratadas con dogo, cada uno de estos se realizó colocando cuatro varillas de 80 cm de largo en cada esquina de las mesas y una varilla extra de 90 cm en el centro para mayor soporte, con plástico Polietileno (PE) con medidas de 2.40m de largo por 3.0m de ancho se cubrieron cada una de las mesas, sellando las uniones con cinta pegante plástica. Se sembró arveja con las plantas de control para generar una mayor captación de nitrógeno por la relación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*. Según las fichas técnicas de RoundUp y Dogo se determinó la solución de herbicida en la concentración de 36µL. Esto se obtuvo de: si una hectárea comprende 0000 m² según la fórmula $A = \pi \times (0,0875)^2$ donde 0,0875 es el radio de la maceta, el área a utilizar es de 0,02405 m², por tanto, si en ha se utilizan 5 L de herbicida se debe emplear para un área de 0,02405 m² un total de 0,000036 L → 0,036 ml → 36µL.

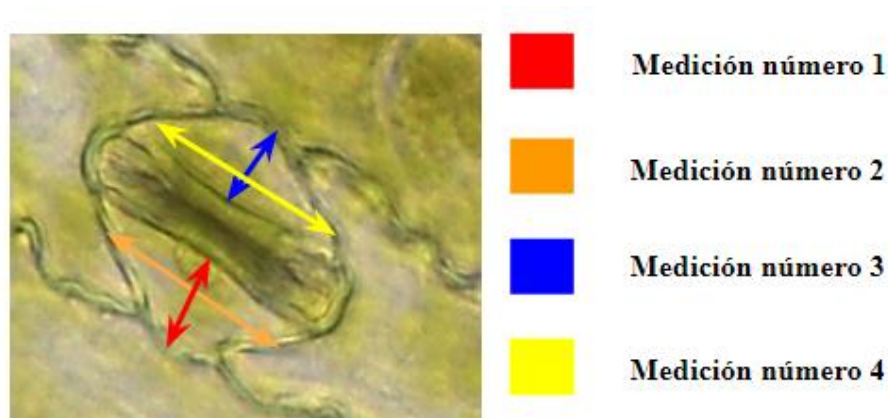
Se realizaron cinco riegos conformados por cinco rondas con una variación de diez minutos entre sí, dando cinco sprays (0.2 ml cada uno) por planta en cada una de las rondas, simulando las proporciones de glifosato comúnmente utilizadas. Las plantas asperjadas fueron escogidas al azar de la siguiente manera: Plantas control: 2,3,4; tratadas con ROUNDUP ,2; tratadas con DOGO: 6,7. Segunda aspersión a las plantas restantes.



Se raspa la epidermis con una cuchilla generando cortes histológicos longitudinales, fueron observados en un microscopio óptico leica DM750 P en aumento de 40x, para la comparación y análisis de éstos se utilizaron los programas “LAS ES” e “IMAGEJ”. en la figura se pueden observar las mediciones que se realizaron, se sacó el diámetro de cada una de las células oclusivas multiplicando la medida y la medida 2, la medida 3 con la medida 4 respectivamente. Se sacó el promedio del diámetro de las dos células oclusivas presentes en cada estoma, luego se sacó el promedio entre las plantas. Esto para producir gráficas de orden estadístico con las medidas obtenidas.

Ilustración . Mediciones por estoma

257



Por último, se da la implementación de un taller de forma virtual por la plataforma ZOOM MEETINGS dando a conocer que es el glifosato, multinacionales que lo distribuyen, política colombiana en cuanto a las aspersiones aéreas y resultados del proyecto de investigación, al finalizar el taller se envía un folleto informativo por correo electrónico con todo lo tratado durante la sesión.



Resultados

Cortes Día 1				Cortes Día 3			
N°	Apical	Medial	Basal	N°	Apical	Medial	Basal
1				5			
2				6			
4				7			
11				8			
12				9			
13				10			
14				16			
15				17			
				18			
				19			
				20			

Tabla . Fotografías de los micropreparados al microscopio.



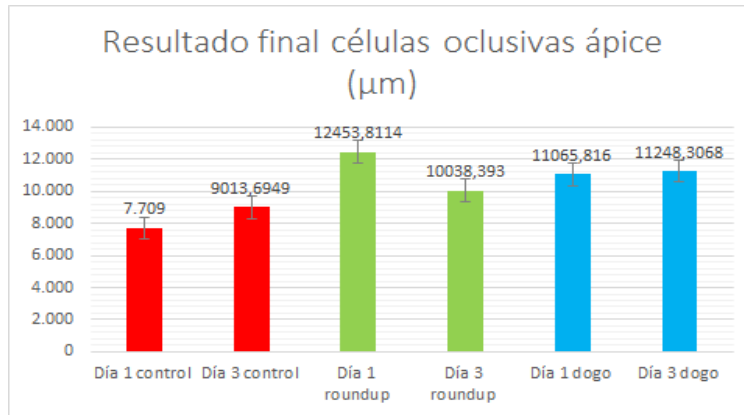


Figura 2. Gráfica de promedios finales de células oclusivas zonal apical.

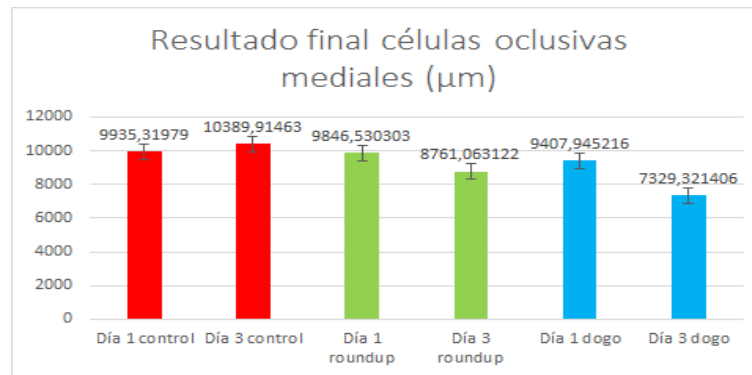


Figura 3. Gráfica de promedios finales de células oclusivas zona medial.

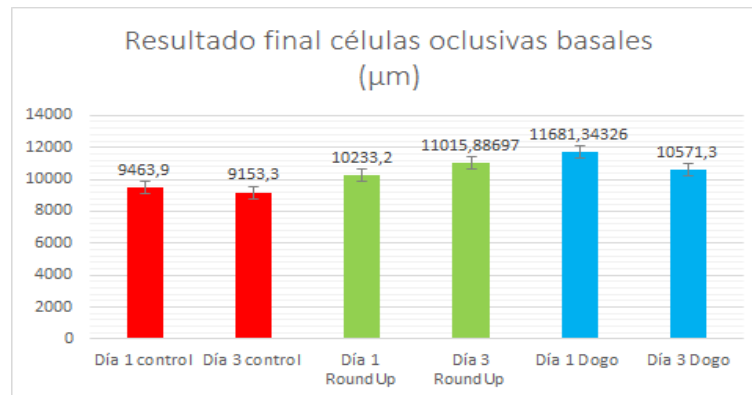


Figura 4. Gráfica de promedios finales de células oclusivas zona basal.



Una propuesta de estrategia para la sensibilización sobre la problemática del glifosato a nivel social, político y ambiental es explorar los modelos explicativos de una población flotante sobre el glifosato y sus efectos en su uso a nivel agrícola. Es aquí donde se ve relacionado el término "investigación acción" el cual proviene del autor Kurt Lewis y fue utilizado por primera vez en 1944, donde se describía una forma de investigación que podía ligar el enfoque experimental de la ciencia social con programas de acción social respondiendo a los problemas sociales (Torrecilla et al.,20).

Los resultados de un ciclo de investigación sirven como punto de partida para el ciclo siguiente y el conocimiento que se produce es relevante para la resolución de problemas locales y el aprendizaje profesional de los docentes/investigadores (Colmenares,202), la investigación acción desde un punto de vista más radical , puede producir transformación social (Freire, 1968), esto tendría relación con lo mencionado por Kemmis(1988) " la investigación- acción también consiste en un proceso que sigue una evolución sistemática y cambia tanto al investigador como las situaciones en las que ésta actúa.

Dentro de la investigación llevada a cabo se implementó como herramienta pedagógica un taller el cual se concibe como estrategia multifuncional adecuada para la investigación, la formación y la intervención (Luna,202), de igual manera este método promueve el desarrollo de varios saberes: cognitivo, operativo y relacional por lo cual se transforma en un método de aprendizaje muy relevante para el desarrollo de competencias profesionales (Careaga et al.,2006). Una definición muy acertada de taller con relación al trabajo "Análisis de los cambios morfológicos en células epiteliales del maíz (zea mays) por exposición al glifosato y una estrategia pedagógica para la problemática de su uso. *Revista Electrónica EDUCyT*, Vol. Extra, pp.253-265.



sensibilización sobre la problemática de su uso” es dada por Hidalgo (2005), quien llega a mencionar al taller como “una estrategia que involucra a los entes del proceso educativo para la debida construcción del conocimiento, permitiendo el intercambio de experiencias ,intereses e informaciones en grupo, determinando alternativas para la solución de problemas comunes”(p.20). El taller cuenta con unas etapas fundamentales en la perspectiva multifuncional que va desde la planeación (identificación del problema y exploración del contexto), la ejecución (organización de actividades y momento de trabajo) hasta interpretación de resultados (análisis de las interacciones y los aprendizajes) (Luna,202).Teniendo en cuenta los objetivos de la investigación, se plantea “el taller como estrategia investigativa” en donde se permite al observador participante la recolección e interpretación de la información para determinar las concepciones, las prácticas y el conocimiento compartido por los grupos estudiados (Luna,202)

El taller “estrategia investigativa” realizado, recibió el nombre de “GLIFOSATO: Problemática biológica, social y ambiental” el día 9 de marzo por la plataforma virtual ZOOM MEETINGS, contó con la participación de 35 personas, de una población flotante, donde se realizaron 2 sesiones de 40 minutos cada una.

En la primera sesión se contextualizó acerca de qué es el glifosato, su modo de acción, qué es el maíz, su importancia cultural y económica a nivel nacional e internacional. Seguidamente se expuso la problemática colombiana acerca de las aspersiones a cultivos de uso ilícito desde una perspectiva histórica.La programación del taller se realizó en su totalidad, profundizando en los resultados obtenidos en el



proyecto de investigación, creando así mayor comprensión en cuanto a los cambios generados en los cultivos de producción agrícola a causa de las aspersiones con glifosato en los cultivos de uso ilícito. Finalizada la sesión se concedieron 5 minutos para inquietudes referentes a la exposición donde posteriormente fueron resueltas: una joven pregunta, “Desde su investigación, ¿qué recomiendan para ir abandonando progresivamente el uso del glifosato?” a lo cual los dirigentes del taller respondieron que la mayor recomendación era implementar la erradicación manual porque tiene menor costo económico y no produce daños ambientales. Así mismo otro participante opinó en cuanto a la alternativa de erradicación que “El problema de la erradicación manual lastimosamente compromete la vida de las personas que la realizan por el uso de minas antipersona.” por consiguiente entre los participantes se mencionó que la erradicación manual puede ser un método más localizado y duradero, de igual forma las minas antipersona se debe a un factor asociado a la eficiencia del control del territorio y una baja presencia del Estado.

Por otro lado, la investigación cualitativa es una herramienta investigativa multidisciplinaria que se centra en estudiar los fenómenos desde sus ambientes naturales y pretender interpretarlos desde los significados que las propias personas les otorgan. Esta consta de cuatro fases a desarrollar, que son preparatoria, trabajo de campo, analítica e informativa (Gómez et al, 996). Hay varias herramientas dentro de la investigación cualitativa por lo que para esta investigación se propone como instrumento una entrevista. Para Denzin y Lincoln (2005, p. 643) la entrevista es “una conversación, es el arte de realizar preguntas y escuchar respuestas”.



Conclusiones

En el trabajo realizado se evidenciaron los cambios morfológicos que se generan a causa de los herbicidas a base de glifosato, los cuales inhiben el proceso metabólico de la planta acelerando así la muerte del espécimen. Los diámetros de las células oclusivas obtenidas fueron los esperados, donde se evidenciaba que los herbicidas a base de glifosato afectan directamente el desarrollo de estos. Por otro lado, las células acompañantes no se pudieron medir ya que no se podían ver claramente en algunos de los micro preparados, éstas presentaban turgencia en las plantas afectadas por los herbicidas, mostrando así que las células epidérmicas se ven perjudicadas inhibiendo procesos naturales de la planta. De igual manera se implementó satisfactoriamente el taller por medio de una plataforma virtual donde la población fue informada sobre la problemática del uso de glifosato como herbicida y los resultados de la investigación. Se realizó una propuesta de una estrategia de sensibilización, basados en la investigación cualitativa, se plantea una entrevista como instrumento para ejecutar esta acción en una población determinada.

Referentes bibliográficos

- Bradberry, S. M., Proudfoot, A. T., & Vale, J. A. (2004). Glyphosate poisoning. *Toxicological reviews*, 23(3), 59-67.
- Calderón, F. A., Torres, Y. A. (2007). Implicaciones Ambientales y sociales de las fumigaciones con glifosato en Colombia: El ejemplo de la Sierra Nevada de Santa Marta 2002 - 2006. (Pág 36-4)



Careaga, A., Sica, R., Cirillo, A., & Da Luz, S. (2006). Aportes para diseñar e implementar un taller. Comunicación presentada en el 8vo. Seminario-Taller en Desarrollo Profesional Médico Continuo (DPMC). 2das Jornadas de Experiencias educativas en DPMC. Departamento de Maldonado, Uruguay.

Colmenares E, A. M. (202). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación, 3(), 02-5

264

Denzin, N. K., y Lincoln, Y. S. (2005). The Sage Handbook of Qualitative Research. London, Inglaterra: Sage.

Freire, P. (1968) Pedagogía del oprimido, Madrid, Siglo XXI.

García, A. R. O. (2003). Aproximaciones a los efectos ambientales, sociales y económicos de la erradicación de cultivos ilícitos por aspersión aérea en Colombia. Revista agroalimentaria, 9(7), 62-73.

Gómez, G. R. Javier Gil Flores Eduardo García Jiménez. Ediciones Aljibe. Granada (España). 1996. Primera Parte: INTRODUCCION A LA INVESTIGACION CUALITATIVA.

Hidalgo, M. (2005). El taller como herramienta pedagógica. En Retos y Logros, 6 (), pp.-84.

KEMMIS, J. y MCTAGGART, R. (1988): Cómo planificar la investigación-acción. Barcelona, Leartes.

Luna, M. E. R. (202). El taller: una estrategia para aprender, enseñar e investigar. Lenguaje y educación: perspectivas metodológicas y teóricas para su estudio, 3-43.

Soler Vera, L. G.; Suárez Cárdenas, I. L. y Mosquera Varón, J.C. (2020). Análisis de los cambios morfológicos en células epiteliales del maíz (zea mays) por exposición al glifosato y una estrategia pedagógica para la sensibilización sobre la problemática de su uso. *Revista Electrónica EDUCyT*, Vol. Extra, pp.253-265.



Ley N°47. Prohibición del uso de glifosato. Senado de la República, Bogotá, Colombia. (2009).

Newman, M. M., Hoilett, N., Lorenz, N., Dick, R. P., Liles, M. R., Ramsier, C., & Kloepper, J. W. (2006). Glyphosate effects on soil rhizosphere-associated bacterial communities. *Science of the Total Environment*, 543, 55-60.

Torrecilla, F. J. M., & Javier, F. (20). Investigación acción. Métodos de investigación en educación especial. 3ª Educación Especial. Curso.

Vitta, J., Faccini, D., Leguizamon, E., Nisensohn, L., Papa, J. C., Puricelli, E., & Tuesca, D. (2004). Herbicidas: características y fundamentos de su actividad. UNR Editora.

