LA EDUCACIÓN COMO PILAR FUNDAMENTAL PARA FOMENTAR LA AGRICULTURA SUSTENTABLE EN ENTORNOS RURALES

Dra. Guadalupe Velázquez Vázquez^{1,2} (*ghavg@hotmail.com*) Dra. Nadia Hernández Carreón² Yadira Trujillo²

¹*Universidad Tecnológica de Tehuacán, Prolongación 1 sur, 1101, C.P. 75859. San Pablo Tepetzingo, Puebla, México,*

²*Escuela Normal Superior de Tehuacán Santa María Coapan, Sta María Coapan, 75857 Tehuacán, Puebla, México.*

³*Bachillerato Benito Juárez García² San Miguel Eloxochitlan, Puebla, México.*

RESUMEN

La agricultura sustentable busca proporcionar un medio ambiente equilibrado, rendimiento y fertilidad del suelo sostenidos y control natural de plagas. En México la degradación ambiental y el impacto por el uso de plaguicidas es muy elevado. El uso indiscriminado de estos productos ocasiona graves impactos en la salud y ambiente. Es fundamental la transmisión de conocimientos hacia técnicas y estrategias que propicien un manejo adecuado de los sistemas agroecológicos. El presente proyecto consistió en la enseñanza-aprendizaje de estrategias para fomentar una agricultura sustentable. Se realizó un estudio colaborativo entre una institución de educación media superior y una institución de nivel superior para ofrecer herramientas que permitan desarrollar alternativas más amigables con el ambiente. La colaboración educativa emerge como una alternativa viable en donde se transmiten conocimientos y se plantean estrategias viables y eficaces para plantear acciones que puedan dar respuestas a problemáticas emergentes.

Palabras clave: agricultura, sustentable, plaguicidas, enseñanza, educación.

ABSTRACT

Sustainable agriculture seeks to provide a balanced environment, sustained soil yield and fertility, and natural pest control. In Mexico, environmental degradation and the impact from the use of pesticides is very high. The indiscriminate use of these products causes serious impacts on health and the environment. The transmission of knowledge towards techniques and strategies that promote an adequate management of agroecological systems is essential. This project consisted of teaching-learning strategies to promote sustainable agriculture. A collaborative study was carried out between an institution of upper secondary education and a higher level institution to offer tools that allow the development of more environmentally friendly alternatives. Educational collaboration emerges as a viable alternative where knowledge is transmitted and viable and effective strategies are proposed to propose actions that can provide answers to emerging problems.

Keywords: agriculture, sustainable, pesticides, teaching, education.

I. Introducción

La agricultura alternativa o sustentable es un enfoque de la agricultura que intenta proporcionar un medio ambiente balanceado, rendimiento y fertilidad del suelo sostenidos y control natural de plagas, mediante el diseño de agroecosistemas diversificados y el empleo de tecnologías autosostenidas (Sarandon et al., 2001, Rojas, 2009, Bautista, 2018). Entre las principales problemáticas ambientales se encuentra el elevado uso de plaguicidas. La intensificación de la producción agrícola ha ido en constante aumento y con ello el surgimiento de plagas cada vez más resistentes que han propiciado el incremento en su uso. Los plaguicidas son sustancias ampliamente utilizadas a nivel mundial por su eficiencia para prevenir, destruir, repeler o controlar plagas agrícolas (Briceño *et al.* 2012, Zuñiga *et al.* 2012, Ortiz *et al.* 2014). Así como para incrementar la productividad de los cultivos (Cortes *et al.* 2006). Se clasifican en diversas familias según su persistencia, estructura química, y toxicidad; organoclorados (POC's), organofosforados (POF's), carbamatos, piretroides, entre otros (Ramírez y Lacasaña, 2001, (Asela *et al.* 2014 Ortiz *et al.* 2014). Los plaguicidas organoclorados (POC's) y organofosforados (POF's) son los más utilizados para el control de plagas agrícolas (Gutiérrez *et al.* 2010). Estos productos se movilizan al ambiente mediante volatilización, escorrentía, infiltración y transporte a través de cadenas tróficas (Ramírez & Lacasaña, 2001, Acosta *et al.* 2006, Chen *et al.* 2007). Se estima que, del total de compuesto aplicado en un cultivo, alrededor del 5% llega a los organismos blanco, mientras que el resto es retenido en el follaje del cultivo, en el suelo y el restante es exportado a la atmósfera y a los sistemas acuáticos por escorrentía y lixiviación (Brady y Weil, 2001, Acosta *et al.* 2006).

El intenso uso de plaguicidas ha traído como consecuencia diversos problemas tanto en el ambiente como en la salud humana (Mehta *et al.* 2019, Gutiérrez *et al.* 2010, Ribeiro *et al.* 2012, Valencia-Quintana *et al.* 2013). Por ejemplo; las plagas han desarrollado mayor resistencia lo que obliga a la aplicación de dosis cada vez más altas incrementando los costos de producción, afectando la dinámica del suelo y contaminando cuerpos de agua, asimismo, estos productos pueden tener un impacto letal o subletal en organismos que no son su objetivo como

polinizadores (Devine y Furlong, 2007) y persistir en las redes tróficas a través de procesos de biomagnificación y bioacumulación (Heaney *et al.* 2011, Benton *et al.* 2002 Arias-Estevez *et al.* 2008) aunado a lo anterior, pueden provocar severos daños en la salud humana, debido a la exposición directa a los tóxicos o por el consumo de alimentos con residuos, que van desde vómitos, reacciones alérgicas, diarrea, calambres abdominales, desmayos, somnolencia, convulsiones, hasta malformaciones congénitas, abortos, lesiones degenerativas, cáncer e inclusive la muerte (Hernández *et al.* 2000, Potti *et al.* 2003, Martínez y Gómez, 2007, Soto *et al.* 2000, Espinel *et al.* 2008, Asela *et al.* 2014, Hernández-Ruiz *et al.* 2017). A este respecto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 3 millones de personas por año resultan envenenadas con plaguicidas y alrededor de 5,000 a 20.000 mueren por envenenamiento, la mayoría de éstas en países en desarrollo.

Desafortunadamente, en México el uso de plaguicidas es muy alto, se usa el 60% de los 22 plaguicidas clasificados como perjudiciales por dañar el suelo, agua y salud humana (SEMARNAT, 2015) aunado a lo anterior se utilizan sustancias que han sido prohibidas en otros países por su alta toxicidad y probables efectos cancerígenos tal es el caso del glifosato uno de los herbicidas más usados en el país (Arellano-Aguilar y Rendón 2016).

El estado de Puebla se caracteriza por tener una de las actividades agrícolas más importantes del país ya que es uno de los estados de mayor producción de hortalizas y uno de sus principales medios de subsistencia, el empleo excesivo y prolongado de estos productos ha generado daños en el ambiente, en los seres humanos y animales; bioacumulación en las cadenas alimenticias; intoxicación a seres humanos y efectos carcinogénicos, teratogénicos y mutagénicos; además, se ha incrementado el número de especies de plagas resistentes, aumentando el número de casos de enfermedades y grandes pérdidas económicas (Wesseling *et al.* 2003, Cruz-Reyes y Pickering-López, 2006, Villavicencio-Nieto *et al.* 2010, Cespedes *et al.* 2014). La preocupación por el impacto ambiental y la salud de las personas por el uso excesivo de plaguicidas ha llevado a realizar investigaciones en productos alternativos; que sean eficaces en el control de plagas agrícolas, no ocasionen graves daños al ambiente ni a los seres humanos, y sean de bajo costo;

como los plaguicidas de origen natural (García de León y Mier, 2010, Nava-Pérez *et al.* 2012). De acuerdo con Nava-Pérez (2012).

En el presente proyecto se plantea contribuir en estrategias que permitan fomentar una agricultura sustentable de la región de la Sierra Negra, con especial énfasis en la reducción en el uso de plaguicidas. La Sierra negra es una de las zonas con mayor grado de población en pobreza extrema y con un alto grado de deterioro ambiental severo, es por ello que entre las estrategias del Plan Estatal de Desarrollo se encuentran: Impulsar entornos favorables en la región de Sierra Negra para la recuperación del campo, fortalecer los sistemas productivos para la agricultura sustentable y seguridad alimentaria.

Es importante fomentar acciones que permitan la construcción de nuevos saberes y prácticas que permitan comprender y resolver los complejos problemas socioambientales de nuestro tiempo, así como construir una nueva racionalidad para transitar hacia el desarrollo sustentable. En este trabajo se comparten resultados del estudio sobre la enseñanza de la Agricultura sustentable en nivel Medio Superior pero siendo regida por una institución de educación superior que emerge como una vía de colaboración institucional entre dos niveles educativos en los cuales el objetivo es transmitir conocimiento colaborativo.

Se plantea la enseñanza de estrategias adecuadas para fomentar la agricultura sustentable con énfasis especial en la regulación de plaguicidas, mediante el acompañamiento de estudiantes que serán pioneros y encargados de transmitir el conocimiento.

II. Metodología y Resultados

El trabajo de investigación fue de carácter mixto debido a que se utilizaron métodos de recolección y análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). La recolección de información se realizó en la Preparatoria Benito Juárez García de la localidad de San Miguel Eloxochitlan localizada en la Sierra negra del Estado de Puebla y el trabajo colaborativo y de acompañamiento se desarrolló en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, Puebla, México.

El proyecto se desarrolló en fases en la primera fase se realizó un diagnóstico para saber el interés y conocimiento que los jóvenes de educación media superior tienen sobre el impacto que los agroquímicos tienen en el ambiente y en su salud. participaron 60 estudiantes y se aplicó un cuestionario con escala Likert con un total de 31 reactivos, relacionados con los componentes actitudinales y conductuales sobre el ambiente. Los resultados mostraron que los estudiantes desconocen los impactos que las actividades y procesos de desarrollo económico, social y humano ocasionan sobre el ambiente, así también no cuentan con bases para fomentar una agricultura sustentable ni tampoco cuentan con actividades que les permitan realizar prácticas más amigables con el ambiente.

En la segunda fase los jóvenes aplicaron encuestas a la gente de la comunidad principalmente campesinos y productores, el cuestionario estuvo conformado por 20 preguntas en las que se preguntaba el tipo de cultivo el agroquímico, la frecuencia de uso, la cantidad utilizada, si tenían algún impacto o efecto en su salud, así como si tenían conocimientos sobre el efecto de estos productos. De igual forma se obtuvo información sobre alternativas de productos químicos, o si utilizaban algún tipo de estrategia relacionada con el enfoque de agricultura sustentable como la rotación de cultivos. Los resultados mostraron que se utilizan agroquímicos altamente tóxicos como glifosato y el carbamato. La frecuencia y cantidad de uso no es la adecuada de acuerdo con las normas de cada plaguicida. El 65% del total de encuestados manifestaron que no utilizan ningún tipo de protección al aplicar los productos químicos, el resto manifestó que solo utiliza guantes o cubrebocas. Respecto a los síntomas que han presentado después de la aplicación de los productos, el 44% indicó que ha tenido desde náuseas, mareos, dolores de cabeza hasta irritaciones en la piel. El resto tuvo reacciones diversas. El 80% de los encuestados indicó que no conoce alternativas útiles para reducir el uso de agroquímicos. La tercera fase consistió en un análisis y comprensión de la problemática, los riesgos y sus impactos actuales. Para abordar con éxito esta problemática es necesario un mayor conocimiento de los procesos ecológicos presentes en los agroecosistemas, abordados desde una óptica sistémica y holística o integral. Esto implica, por un lado, que los sistemas agrícolas sean

entendidos como sistemas ecológicos intervenidos por el hombre dentro de un contexto socioeconómico determinado y, por el otro, que se comprenda que el todo es más que la suma de sus partes. La agroecología, aparece como un nuevo enfoque o paradigma apropiado para este desafío, pues supone algo más que la ecología aplicada a la agricultura, al incluir una perspectiva cultural que incorpora al hombre con su contexto histórico, político, social y económico, así como el impacto que él mismo ejerce sobre los sistemas agrícolas. Bajo esta premisa se desarrollo la tercera fase en la cual se establecieron y transmitieron conocimientos desde nivel superior a estudiantes de nivel medio superior. Los objetivos fueron; promover un cambio en la percepción de los sistemas agrícolas, logrando una visión integral del agroecosistema, resaltando la importancia de considerar las interacciones de todos los componentes biológicos, físicos y socioeconómicos de los sistemas de producción. Ofrecer herramientas metodológicas para diseñar, evaluar e investigar los agroecosistemas teniendo como meta la sustentabilidad. Analizar alternativas didácticas con el fin de incorporar la perspectiva de la Agricultura Sustentable para ello se tomo el modelo de Sarandon et al., (2001) Bajo 3 enfoques:

a) Enfoque sistémico Conocimiento del Contexto del Sistema: A través de diversas actividades se adentrará a los alumnos en el conocimiento del medio social, político, económico, etc. en que se desenvuelve la actividad o sistema a estudiar. Esta primera aproximación apunta a ubicar al alumno en un contexto amplio, analizar la problemática propia de la actividad/sistema en cuestión e introducir el vocabulario y/o lenguaje específico.

b) Enfoque agroecológico: Orientación al estudio de los procesos y los recursos, se prestará especial atención a las pérdidas del sistema, el impacto sobre el ambiente y la eficiencia lograda por los componentes en el uso de los recursos puestos en juego, las contradicciones y limitaciones existentes.

c) Enfoque modelizado se tratan temas sobre Producción vegetal, Producción animal, Herramientas, maquinarias, equipos e instalaciones. Para trabajar este enfoque con los alumnos, se construyeron parcelas de terreno destinadas para la realización de las prácticas agrícolas propias de la producción agropecuaria.

Cumplen con la función de servir de espacio didáctico y a su vez, de permitir la producción de grano, carne, hortalizas, etc.

Aunado a las actividades se realizaron talleres y actividades de concientización ambiental, así como la enseñanza de estrategias para fomentar una agricultura sustentable. Entre las temáticas abordadas se encuentran las rotaciones de cultivos que disminuyen los problemas de malezas, insectos plaga y enfermedades. El Manejo integrado de plagas (MIP), que reduce la necesidad de plaguicidas mediante la rotación de cultivos, muestreos periódicos, registros meteorológicos, uso de variedades resistentes, sincronización de las plantaciones o siembras y control biológico de plagas. Sistemas de manejo para mejorar la salud vegetal y la capacidad de los cultivos para resistir plagas y enfermedades. Técnicas conservacionistas de labranza de suelo. Sistemas de producción animal que enfatizan el manejo preventivo de las enfermedades. Diversidad de cultivos, el uso de rotaciones con leguminosas, la integración de la producción animal y vegetal, el reciclaje y uso de residuos de cosecha y estiércol, y el uso reducido de productos químicos sintéticos. Y la generación de plaguicidas naturales a través de plantas de su región; extractos vegetales con un efecto potencial contra distintas plagas.

En una cuarta fase los jóvenes implementaron acciones para practicar una agricultura sustentable primero mediante parcelas de investigación y posteriormente transmitieron los conocimientos a sus familiares de esta manera se creó una red de información de docentes a estudiantes y de estudiantes a padres de familia y gente de la comunidad. Algunas de las prácticas que se enseñaron ya son parte de actividades que desarrollan en su región sin embargo, se sigue realizando un seguimiento debido a que este tipo de proyectos se evalúan a corto, mediano y largo plazo.

III. Conclusiones

Los resultados aun requieren de ajustes, pero son satisfactorios. Este proyecto educativo demuestra que se pueden hacer cambios para formar jóvenes más conscientes y preparados para solucionar o proponer acciones ante problemáticas emergentes. El proyecto es a largo plazo y se debe tener un seguimiento continuo.

Se proponen algunas modificaciones al plan de estudios como una estrategia para el logro de un objetivo mayor, que es modificar el perfil de los egresados a fin de mejorar su capacidad como agente transformador de la realidad, desde la perspectiva de la agricultura sustentable. Esta experiencia es un ejemplo concreto de los cambios que pueden generarse en una escuela educando a los jóvenes para un manejo más adecuado del medio ambiente. La colaboración institucional emerge como una alternativa viable y eficaz en la que todos colaboran para dar respuesta a problemas reales.

Referencias

- Asela D, Puerto Rodríguez, M. S, Tamayo, S., Daniel, L., & Palacio Estrada, E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372–387.
- Arellano-Aguilar O, Rendón Von Osten J. 2016. La huella de los plaguicidas en México. Greenpeace México A.C.
- Arias-Estevéz M, López-Periago E, Martínez-Carballo E, Simal-Gándara J, Mejuto JC, García-Río L. 2008. The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 123: 247-260.
- Ajzen, I. y Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Alvarez, P. y Vega, P. (2009). Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la educación ambiental. *Revista Psicodidáctica*, 14(2), 245-260.
- Baeneiri, J. y Silva, D. (2011). Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. *Revista de Administração Mackenzie*, 12(3), 51-82.
- Badii MH, Varela S. 2008. Insectidas organofosforados: efectos sobre la salud y el ambiente. *Culcyt/Toxicología de Insecticidas*. 28: 5-17.
- Bailey KL, Boyetchko SM, Längle T (2010). Social and economic drivers shaping the future of biological control: A Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. *Biol. Control*, 52: 221-229.m

- Briceño G, Fuentes MS, Palma G, Jorquera MA, Amoroso MJ, Diez MC. 2012. Chlorpyrifos biodegradation and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol production by actinobacteria isolated from soil. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 73:1-7
- Cortes J, Sánchez R, Díaz-Plaza E, Villen J, Vázquez A. 2006. Large Volume GC Injection for analysis of organophosphorus pesticides in vegetables using through over transfer adsorption desorption (TOTAD) Interface. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54: 1997-2002.
- Cruz-Reyes y Pickering-López, J.M., 2006. "Chagas disease in Mexico: an analysis of geographical distribution during the past 76 years". A Review. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 101(4): 345-354.
- Cheng XL, Liu CJ, Yao JW (2010). The Current Status, Development Trend and Strategy of the Bio-pesticide Industry in China. *Hubei Agric. Sci.* 49: 2287-2290.
- García-de-León, S. y T. Mier. 2010. Visión general de la producción y aplicación de bioplaguicidas en México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* 10(20): 37-63
- García-Gutiérrez C. y González Maldonado M. B. 2006. Síntesis sobre el uso de bioinsecticidas y otros agentes de control biológico de plagas en México. *Vedalia* 14 (1): 35-42 (2013)
- González-Acosta A. Pozo-Núñez E.M., Galván Piña B., González-Castro A. González-Cárdenas J.C. 2006. Extractos vegetales y aceites minerales como alternativa de control de mosca blanca (*Bemisia* spp.) en berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Revista UDO Agrícola* 6 (1): 84-91.
- Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI) (2007). VII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal (Comunicado número 088/09). Aguascalientes, Ags: INEGI.
- Mehta A, Verma RS, Srivastava N. 2009. Chlorpyrifos induced alterations in the levels of hydrogen peroxide, nitrate and nitrite in rat brain and liver. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 94: 55-59.
- Molina, N. 2001. Uso de extractos botánicos en el control de plagas y enfermedades. pp. 56-59. En: Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. Manejo integrado de plagas. CATIE, Costa Rica.
- Muiño, E., Botta, E., Pérez, A., Ballester, D., Moreno, F., Rodríguez, E., Fernández R. (2007). Sistemas de manejo integrado de plagas como alternativa al uso del bromuro de metilo en la producción de cultivos protegidos, flores y ornamentales. *Boletín Fitosanitario* 12(1): 1-71

- Ramírez JA, Lacasaña M. 2001. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labor*. 4(2):67-75
- Rojas W, A. (2009). Policultivos de la mente. Enseñanzas del campesinado y de la agroecología para la educación en la sustentabilidad. *Agroecología*, 4, 29–38. Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117161>
- Ribeiro MG, Colasso CG, Monteiro PP, Pedreira Filho WR, Yonamine M. 2012. Occupational safety and health practices among flower greenhouses workers from Alto Tiete region (Brazil). *Science of the Total Environment*. 416: 121-126.
- Sammons, P. J., Furukawa, T. & Bulgin, A. (September, 2005). Autonomous Pesticide Spraying Robot for use in a Greenhouse. Paper presented in Australian Congress Robotics and Automation Sydney, Australia.
- Sánchez-Alarcón, Pérez-Lara, A.P. Tenorio-Arvide G. Youjun Deng, Gómez-Arroyo S, & Flores-Márquez A.R, Villalobos-Pietrini R, y Valencia-Quintana R. 2014. Inducción de daño al ADN en células meristemáticas de por Aflatoxina B1 la raíz de Vicia faba var. minor. *Ciencia Y Tecnología de La UACJ, XII*, 47–54.
- Rios, M. 2012. Evaluación participativa de impactos de los plaguicidas utilizados en soja y forestación en un área protegida y su cuenca. Universidad de la Republica. Retrieved from <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/3977/1/uy24-15946.pdf>
- Sánchez-Alarcón, Pérez-Lara A.P. Tenorio-Arvide G, Youjun-Deng, Gómez-Arroyo S. & Flores-Márquez A.R, Villalobos-Pietrini R, Valencia-Quintana R. 2014. Inducción de daño al ADN en células meristemáticas de por Aflatoxina B1 la raíz de Vicia faba var. minor. *Ciencia Y Tecnología de La UACJ, XII*, 47–54.
- Valencia-Quintana R. Sánchez-Alarcón J. Gómez-Arroyo S. Cortes-Eslava J. Waliszewski S.M. Fernández S. y Villalobos-Pietrini R. 2013. Genotoxicidad de plaguicidas en sistemas vegetales. *Revista Internacional de Contaminación*. 29: 133-157.
- Villavicencio-Nieto M.A. Pérez-Escandón B.E. 2010. plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de hidalgo, México. *Polibotanica*, 30:193-238.
- Wesseling, C., Aragón, A., Castillo, L., Corriols, M., Chaverri, F., de la Cruz, E., Keifer, M., Monge, P., Partanen, T., Ruedert, C. y van Wendel de Joode, B, 2003. "Consideraciones sobre plaguicidas peligrosos en América Central". *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*, 68: 7-18