

Aprendizaje basado en problemas dentro de la vinculación con la sociedad. Caso de estudio: Manejo de agroquímicos en comunidades rurales

Ricardo Villalba, MSc.¹, Lorena Quinchuela, MSc.², and Yesenia Pacheco, Eng.¹

¹Escuela Politécnica del Litoral, Ecuador, rvillalba@espol.edu.ec; ygpachec@espol.edu.ec

²Escuela Politécnica del Litoral, Ecuador, lquinchu@espol.edu.ec

Abstract— Corral Quemado and Monte Oscuro, rural communities located in Santa Lucía, grow rice and apply agrochemicals to nourish the soil and control pests. However, this practice has caused health problems such as skin irritations, nausea, and headaches. Therefore, this work was carried out as part of a project to link with society. The project considered the participation of a multidisciplinary team of students from three careers: chemical engineering, biology and agricultural engineering. It was proposed to analyze the management of agrochemicals in the communities through the educational technique Learning Based on Problems. Teamwork, discussion, critical thinking, the execution of experiments and field visits in the analysis of the problem were encouraged. As a result, a list of 37 agrochemicals was generated, which were identified through field research in Monte Oscuro and Corral Quemado. Subsequently, bibliographical research was carried out to classify the products according to their level of danger and the personal protection equipment of each level was listed. Four levels of danger were considered: Extremely dangerous, moderately dangerous, slightly dangerous and Not Dangerous. 13.5% of the agrochemicals were classified as extremely dangerous, while 32.5% were classified as slightly dangerous. In addition, nine of the 37 agrochemicals were considered Non-hazardous. At the same time, the substitution of agrochemicals was proposed, for which all the students designed experiments to evaluate ten organic inputs made from organic waste or accessible natural products such as garlic, onion and chili. The design of experiments considered qualitative or quantitative input and output variables that were measured weekly. Some of the input variables were: dose, percentage of ingredients, type of ingredients and sampling time. The output variables were: plant height, number of leaves, fruit weight, number of insects, appearance, color and leaves attacked by insects. Eight of the prepared inputs presented favorable results for pest control or soil nutrition. Finally, it was identified that the inputs with low effectiveness were the liquid amendments due to their high acidity. In conclusion, the Problem-Based Learning methodology allowed us to identify an important group of agrochemicals that are used in agriculture in Monte Oscuro and Corral Quemado, as well as possible alternatives to their use. It is hoped that in the near future, this information will be transmitted to farmers in order to prevent possible damage to health and the environment and contribute to the sustainability of these rice-growing communities.

Keywords— Problem-based learning, organic inputs, multidisciplinary, substitution of agrochemicals, link with society.

I. INTRODUCCIÓN

El Cantón Santa Lucía centra más del 50% de sus actividades económicas en torno a la agricultura y ocupa 54% del suelo para cultivar arroz [1]. Entre los recintos ubicados

en este cantón están: Paypayales, El Mangle, Los Ángeles, Monte Oscuro y Corral Quemado. Todos son áreas rurales donde se cultiva principalmente arroz, lo cual demanda agroquímicos para nutrir el suelo y controlar plagas o maleza. Sin embargo, la aplicación de productos agroquímicos se realiza según la experiencia de cada agricultor. Por tanto, el conocimiento sobre las consecuencias de su utilización, a nivel ambiental y personal es prácticamente nulo.

El caso de Santa Lucía se alinea con las bases de datos emitidas por INEC, 2013 y el último Censo Nacional Agropecuario [2] que reportan solo 2 de cada 10 agricultores con entrenamiento técnico en aplicación de agroquímicos. Los principales criterios de compra son el precio y la efectividad del agroquímico, lo cual deja de lado los efectos sobre la salud y ambiente asociados a estos productos.

Varias entidades públicas ecuatorianas como el Ministerio del Ambiente y Agua, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Salud Pública han tratado temas de manejo y aplicación de agroquímicos en la última década. En 2012 se entrenó sobre aplicación de pesticidas para cultivos de arroz en Los Ríos, entre 2017 y 2018 se capacitó sobre el manejo de arroz en sus diferentes etapas fenológicas en El Oro y en el 2020 se firmó un comodato para utilizar un predio que servirá como centro de entrenamiento rural en Los Ríos [3] [4] [5]. Sin embargo, no se reportan planes de capacitación para cultivos transitorios en la provincia del Guayas, a pesar de poseer 67.5% de la superficie total cosechada de arroz a nivel nacional [6].

A pesar de los esfuerzos realizados, Ecuador todavía no cuenta con escuelas de campo, como las existentes en China, India e Indonesia, donde se consideran estrategias y planes de investigación que benefician al ambiente y al agricultor, con base en el manejo integrado de plagas [7] [8]. Consecuentemente, se podría deducir que un gran porcentaje de la provincia con mayor producción de arroz desconoce sobre aplicación técnica de agroquímicos y manejo integrado de plagas.

Ignorar el manejo integrado de plagas como parte fundamental de las actividades agrícolas significa eludir sus cuatro principios: promover el crecimiento sano de los cultivos, conservar los organismos benéficos, revisar periódicamente los cultivos y planificar capacitaciones permanentes que permitan empoderamiento del agricultor [9]. Ventajosamente, la Escuela Politécnica del Litoral y su Unidad

de Vinculación con la Sociedad creó el programa de servicio comunitario Fortalecimiento del bienestar y la ecología ambiental en recintos del cantón de Santa Lucía. Este programa ha trabajado desde 2018 con diversos proyectos, uno de ellos se enfoca en la aplicación de buenas prácticas agrícolas.

El proyecto de servicio comunitario que centra su atención en las buenas prácticas agrícolas, trabajó entre 2018 y 2019 en las comunidades Paypayales, Los Ángeles y El Mangle. Capacitó sobre elaboración y uso de fertilizantes y pesticidas orgánicos, manejo de agroquímicos e insectos benéficos [10]. Tras esta intervención, las comunidades Monte Oscuro y Corral Quemado mostraron interés en replicar el proyecto.

Visitas exploratorias a las comunidades Monte Oscuro y Corral Quemado mostraron que los agricultores trabajan como jornaleros, por lo que sus ingresos económicos son escasos. Por otra parte, las problemáticas similares a Paypayales, Monte Oscuro y Corral Quemado son las siguientes:

- Desconocimiento de las consecuencias del uso de los agroquímicos a nivel ambiental y personal.

- Aplicación de agroquímicos sin medidas mínimas de seguridad, como equipos de protección personal (mascarillas, guantes y calzado adecuado).

Por tanto, este trabajo se centró en identificar los principales agroquímicos para investigar las medidas de seguridad que deben aplicarse y producir insumos agrícolas orgánicos que reemplacen parcialmente a los agroquímicos.

II. MÉTODOS

Se realizó un estudio exploratorio mediante investigación de campo y revisión bibliográfica con un grupo focal de 23 personas. Las herramientas empleadas fueron encuestas y entrevistas realizadas durante visitas de campo y llamadas telefónicas.

Posteriormente, se realizó investigación bibliográfica para recolectar información sobre insumos orgánicos que permitan nutrir el suelo o controlar plagas y agroquímicos empleados en la producción de arroz.

La elaboración de insumos agrícolas orgánicos fue realizada por todos los estudiantes de las carreras participantes en el proyecto: Ingeniería Agrícola, Biología e Ingeniería Química. Se aplicó el Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia educativa porque su aspecto interactivo permite promover discusión y análisis, desarrolla habilidades blandas como comunicación y trabajo en equipo, fomenta el aprendizaje autónomo y el análisis de situaciones reales [11].

Los estudiantes seleccionaron un insumo agrícola, lo elaboraron, establecieron un diseño experimental y expusieron sus hallazgos. El diseño de experimentos consideró variables de entrada y salida cualitativas o cuantitativas que se midieron semanalmente. Algunas de las variables de entrada fueron: dosis, porcentaje de ingredientes, tipo de ingredientes y tiempo de muestreo. Las variables de salida fueron: altura de planta,

número de hojas, peso de fruto, número de insectos, apariencia, color y hojas atacadas por insectos

Se realizaron reuniones semanales en la plataforma Microsoft Teams para fomentar la discusión y análisis de las actividad asignadas a cada estudiante. Se contó con la participación activa de estudiantes y profesores, lo cual propició la retroalimentación constante y el trabajo en equipo. Además, se desarrolló la habilidad de comunicación mediante reportes orales de actividades, exposiciones técnicas planificadas y entrevistas a beneficiarios. Adicionalmente, las habilidades relacionadas al perfil de cada carrera fue monitoreado y evaluado por los profesores tutores. Para ello, se revisaron los avances escritos cargados por los estudiantes en la plataforma tecnológica.

III. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Los principales resultados del proceso de intervención en las comunidades, de acuerdo a la metodología propuesta, se resumen en la Tabla I.

TABLA I
RESULTADOS DEL PROCESO DE INTERVENCIÓN EN LAS COMUNIDADES

ETAPA	RESULTADOS
1. Investigación bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"> Diez procedimientos para elaborar insumos agrícolas orgánicos. Levantamiento de información sobre manejo de 40 agroquímicos empleados en la producción de arroz. Un manual de equipos de protección personal necesarios para aplicar agroquímicos.
2. Elaboración de insumos	<ul style="list-style-type: none"> Diez insumos agrícolas elaborados con materiales no peligrosos o desechos orgánicos para fertilizar el suelo o controlar plagas. Un manual sobre elaboración de bioinsumos.

La etapa uno o investigación bibliográfica fue la base en la ejecución del proyecto porque permitió:

A. Identificar diez insumos agrícolas, cuatro para fertilizar el suelo y seis para controlar plagas. Entre los fertilizantes elaborados estuvieron: compost con varios tipos de materia orgánica y enmiendas líquidas a base de frutas o restos comestibles. Los insecticidas consideraron diferentes dosis y proporciones de materias primas como ajo, ají, cebolla o leche y otros se basaron en productos no peligrosos como el bicarbonato de sodio [12] [13] [14] [15].

B. Levantar información sobre 40 agroquímicos que se emplean en la producción de arroz para nutrir el suelo, controlar plagas o eliminar maleza. La base de datos incluyó los productos identificados en los recorridos de campo. Se clasificaron a los agroquímicos en función del nivel de

peligrosidad para el ser humano y el equipo de protección personal necesario. Esta clasificación consideró cinco grupos según se muestra en la Tabla II. Producto de este análisis se elaboró un manual de equipos de protección personal para el agricultor.

TABLA II
CLASIFICACIÓN DE AGROQUÍMICOS SEGÚN SU NIVEL DE PELIGROSIDAD

Nivel de peligrosidad	Agroquímico	
Sumamente peligrosos	Estrella	Glisolat
	Multifix	Nitrato de calcio
	Designee	Poli aluminio
	Joshtian	Enrollador
	Forward	Lannate
Muy peligroso	Propanil	
	Carbonato de sodio	Axsil
	Recuperar	Aura
	Bupher	Diabolo-Hexitiazox
Moderadamente peligroso	Barbasco	Cipermetrina geo
	Buffalo	Foliar
Poco Peligrosos	DAP	Muriato de potasio
	MAP	New Robust
	AHF-HD	Sulfato de amonio
	Killer	Butanox
	Trobonil	8-20-20
	Fertiarroz	Roca fosfórica
No peligrosos	Urea	Zeolita
	Súper fosfato triple	Clincher
	Orius	Melaza

Durante la segunda etapa del proyecto, se elaboraron los insumos agrícolas. Entre los principales resultados se destaca la efectividad de todos los insecticidas producidos. Por ejemplo, al aplicar 10 mL de ajo macerado semanalmente en Hibisco (*Hibiscus*), se disminuyó 60% la presencia de pulgón (*Aphididae*) y al aplicar 10 mL de una mezcla ají, ajo y cebolla cada dos días en frijol (*Phaseolus vulgaris*), se disminuyó en 88% la presencia de conchuelas (*Saissetia oleae*).

Los ensayos con compost demostraron mayor crecimiento de la planta ornamental siempre viva (*Kalanchoe pinnata*) y mayor peso de fruto en rábanos (*Raphanus sativus*). Por otra parte, se demostró que las enmiendas líquidas deben ser previamente diluidas para reducir su alta acidez (pH = 4), ya que su aplicación en rábano no arrojó resultados favorables. El peso de fruto sin enmienda fue mayor al de todos los tratamientos analizados. Además, el tratamiento con la máxima dosis de enmienda, provocó menor altura de planta y número de hojas. Sin embargo, la dosis más baja produjo el mayor número de hojas, lo cual podría indicar que este fertilizante sería más efectivo para hortalizas. Finalmente, como producto de esta etapa, se actualizó el manual de bioinsumos que se inició en 2019.

El cumplimiento de los objetivos del proyecto se logró gracias a la intervención de docentes y estudiantes de las carreras de ingeniería química, biología e ingeniería agrícola.

Todos ejecutaron actividades considerando la metodología Aprendizaje Basado en Problemas, se incentivó el trabajo en equipo, la comunicación, la discusión, el manejo de herramientas tecnológicas, el análisis y resolución de problemas. Como parte de la metodología, se garantizó la retroalimentación mediante reuniones semanales, en las que participaron todos los profesores que integraron el proyecto.

También se desarrollaron las habilidades de la Tabla III, correspondientes al perfil de cada carrera.

TABLA III
ACTIVIDADES ESTUDIANTILES

Carrera	Actividad	Habilidad desarrollada de acuerdo a perfil
Ingeniería Química	Diseñar y ejecutar un experimento que permita la evaluación de un insumo orgánico	Gestión de residuos sólidos Análisis de materia prima y producto terminado
	Investigar sobre manejo de agroquímicos	Manejo ambiental Análisis de riesgos
	Entrevistar a agricultores de los recintos intervenidos	Proposición de proyectos
Ingeniería Agrícola	Diseñar y ejecutar experimentos que permita la evaluación de insumos orgánicos	Reconocer y resolver problemas agrícolas. Aplicar técnicas de ingeniería agrícola Comprender el impacto de soluciones agrícolas
	Entrevistar a agricultores de los recintos intervenidos	Identificar problemas agrícolas
Biología	Diseñar y ejecutar un experimento que permita la evaluación de un insumo orgánico	Análisis de datos
	Entrevistar a agricultores de los recintos intervenidos	Caracterización de ambientes

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se analizó el manejo de agroquímicos en las comunidades rurales Corral Quemado y Monte mediante la metodología Aprendizaje Basado en Problemas. Esta metodología incentivó habilidades como comunicación y trabajo en equipo, ya que se promovieron discusiones multidisciplinarias entre estudiantes y profesores de las carreras participantes. Además, la propuesta de reemplazar los agroquímicos promovió el diseño y desarrollo de experimentos, así como la observación y el análisis de datos.

El estudio de los agroquímicos identificados en dentro de las comunidades permitió clasificarlos en función de su nivel de peligrosidad. También fue posible generar una base de datos que incluya los equipos de protección necesarios y los efectos negativos de cada producto.

Los autores agradecen el apoyo de los líderes de las comunidades Corral Quemado y Monte Oscuro, al igual que la gestión de la Unidad de Vinculación con la Sociedad de ESPOL que permitieron la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] GAD Santa Lucía, «Alcaldía de Santa Lucía,» 2014. [En línea]. Available: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/096002000001_PDOT-SANTA-LUCIA_16-03-2015_20-37-02.pdf.
- [2] INEC-MAG-SICA, «Ecuador en Cifras,» 15 mayo 2002. [En línea]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf.
- [3] INEC, «Ecuador en Cifras,» Enero 2020. [En línea]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Boletin%20Tecnico%20ESPAC_2019.pdf.
- [4] P. Kenmore, K. Gallagher y P. Ooi, «Empowering farmers: Experiences with integrated pest management,» AGRIS, pp. 27, 28, 1996.
- [5] A. Escribano y Á. Del Valle, El aprendizaje basado en problemas (ABP): Una propuesta metodológica en Educación Superior, Narcea Ediciones, 2018.
- [6] Ministerio del Ambiente y Agua, «Ministerio del Ambiente y Agua-Noticias,» 27 octubre 2020 . [En línea]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/comodato-entregado-por-maae-contribuye-con-la-creacion-del-centro-de-capitacion-rural/>.
- [7] Agricultores Red de Especialistas en Agricultura, «Agriculturs,» 08 12 2015. [En línea]. Available: <https://agriculturers.com/el-abc-para-el-manejo-responsable-de-agroquimicos/>.
- [8] Ministerio de Agricultura y Ganadería, «Ministerio de Agricultura y Ganadería-Noticias,» 09 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.agricultura.gob.ec/mag-entrega-con-normalidad-comprobantes-de-movilizacion-de-productos-en-la-cuca/>.
- [9] L. Quinchuela, I. Álvarez, J. Calle y A. Chinchin, «Aprendizaje y servicio comunitario: Elaboración de,» de Memorias VII Congreso REDU, Urcuquí, 2020.
- [10] P. Román, M. Martínez y A. Pantoja, «FAO,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>.
- [11] A. Eftreuei, «Permaculture Research Institute,» 07 noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.permaculturenews.org/2016/11/07/growing-rice-organic-fertilizers/>.
- [12] M. Thilakarathna, M. McElroy, T. Chapagain, Y. Papadopoulos y M. Raizada, «Belowground nitrogen transfer from legumes to non-legumes under managed herbaceous cropping systems. A review,» Agronomy for Sustainable Development volume, vol. 36, p. 58, 2016.
- [13] C. Hincapié, G. López y R. Torres, «Comparison and characterization of garlic (Allium sativum check for this species in other resources I.) Bulbs extracts and their effect on mortality and repellency of Tetranychus urticae check for this species in other resources koch - Acari: Tetranychida,» Chilean Journal of Agricultural Research, vol. 68, n° 4, pp. 317-327, 2008.
- [14] H.-x. XU, Y.-j. YANG, Y.-h. LU, X.-s. ZHENG, J.-c. TIAN, F.-x. LAI, Q. FU y Z.-x. LU, «Sustainable Management of Rice Insect Pests by Non-Chemical-Insecticide Technologies in China,» Rice Science, vol. 24, n° 2, p. 61.72, 2017.
- [15] M. S. Mangan, «Rice ecosystem concepts of Chinese farmers before and after Farmer Field School training,» Murdoch University School of