

Tipo de artículo: Artículo original

## Gestión de la utilización del agua - proceso de lavado de la fruta de la empresa de bananas "Supercompany S.A." del cantón El Triunfo en el Ecuador

### *Water use management - fruit washing process of the banana company "Supercompany S.A." of the El Triunfo canton in Ecuador*

Allison Aracely García Campoverde<sup>1</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-1217-8936>

Wilson Orlando Pozo Guerrero<sup>2\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-8229-7527>

Edgard Joffre Avilés Camacho<sup>3</sup> , <https://orcid.org/0000-0003-1181-4686>

<sup>1</sup> Afiliación institucional completa (Carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil).  
[allison.aracely57@gmail.com](mailto:allison.aracely57@gmail.com)

<sup>2</sup> Afiliación institucional completa (Carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil).  
[wilson.pozog@ug.edu.ec](mailto:wilson.pozog@ug.edu.ec)

Afiliación institucional completa (Carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil).  
[edgard.avilesc@ug.edu.ec](mailto:edgard.avilesc@ug.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [wilson.pozog@ug.edu.ec](mailto:wilson.pozog@ug.edu.ec)

#### Resumen

El objetivo de la investigación es evaluar la gestión de la utilización del agua, respecto al proceso de lavado de la fruta de la empresa de bananas "SUPERCOMPANY S.A." del cantón El Triunfo en el Ecuador, de manera que el agua resultante del proceso de lavado quede libre de productos agroquímicos contaminantes para poder ser reutilizada en otras labores. Como parte de la metodología empleada, para evaluar la presencia de plaguicidas en el agua, se tomaron muestras de líquido en tres puntos diferentes: en el ingreso a los tanques, donde se realiza el desleche y lavado, y en la desembocadura al canal de desagüe. Los resultados obtenidos muestran la existencia de sustancias contaminantes en el agua que se utiliza para lavar el banano, aun cuando todos los valores se encuentran dentro de los límites permitidos bajo la Norma EPA Method 8270D. Esto indica que los plaguicidas se pueden acumular y llegar a las aguas subterráneas, afectando la biodiversidad. Tales son los casos de la clordecona y el clorfenvinfós en los plaguicidas organofosforados; el isodrin en los plaguicidas organoclorados; y la prometrina en los plaguicidas organonitrogenados. Debido a ello se propone el desarrollo de un sistema de ozono para el tratamiento del agua, el cual consiste en un generador de radicales, el cual combina el agua oxigenada con determinadas concentraciones de pH, para su depuración. Como parte de las conclusiones, se puede afirmar que la realización de un sistema de canalización, mediante la utilización del ozono, posibilita el tratamiento efectivo de las aguas, para su futura reutilización en el lavado de la fruta, siendo además una solución económicamente factible y beneficiosa.

**Palabras clave:** banano; lavado de fruta; ozono; plaguicidas; sistema de canalización; tratamiento del agua.

#### Abstract

*The objective of the research is to evaluate the management of the use of water, regarding the process of washing the fruit of the banana company "SUPERCOMPANY S.A." of the El Triunfo canton in Ecuador, so that the water resulting from the washing process is free of polluting agrochemical products so that it can be reused in other tasks. As part of the methodology used, to*



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

*evaluate the presence of pesticides in the water, liquid samples were taken at three different points: at the entrance to the tanks, where the demilking and washing is carried out, and at the outlet of the drainage canal. The results obtained show the existence of polluting substances in the water used to wash the banana, even though all the values are within the limits allowed under the EPA Method 8270D Standard. This indicates that pesticides can accumulate and reach groundwater, affecting biodiversity. Such are the cases of chlordecone and chlorfenvinphos in organophosphate pesticides; isodrin in organochlorine pesticides; and promethrin in organonitrogen pesticides. Due to this, the development of an ozone system for water treatment is proposed, which consists of a radical generator, which combines hydrogen peroxide with certain pH concentrations, for its purification. As part of the conclusions, it can be stated that the realization of a channeling system, through the use of ozone, enables the effective treatment of water, for its future reuse in washing the fruit, being also an economically feasible solution and beneficial.*

**Keywords:** banana; fruit washing; ozone; pesticides; channeling system; water treatment.

**Recibido:** 15/04/2022  
**Aceptado:** 05/08/2022  
**En línea:** 10/08/2022

## Introducción

En el Ecuador la actividad bananera representa un porcentaje alto de importancia en la economía del país, puesto que es una de las principales fuentes de empleo y desde años atrás ha tenido y aún tiene peso en el desarrollo del país, tanto desde el punto de vista económico y social (Jiménez et al., 2020; Pacheco et al., 2021; Rodríguez, 2013). No obstante, el banano al ser un producto agrícola es sensible a diferentes plagas y enfermedades, las cuales de no ser controladas adecuadamente pueden propagarse con facilidad, perjudicando al cultivo, por esta razón se vuelve necesario el uso de plaguicidas, pesticidas, insecticidas, herbicidas entre otros es proteger el cultivo, generan impactos ambientales significativos (Bautista, 2017; Murillo, 2020).

Por otro lado, en todas las operaciones que se realiza en el proceso del banano, es importante contar con agua potable para evitar la contaminación de la fruta con microorganismos patógenos, durante este periodo el agua que es utilizada para el lavado del mismo el cual puede contener sustancias químicas indeseables, tales como jabones, detergentes, metales pesados o residuos de agroquímicos (Augura, 2009; Vásquez-Castillo et al., 2019).

La hacienda SUPERCOMPANY, se encuentra ubicada en el recinto Achiote, Cantón el triunfo, provincia del Guayas y está dedicada a la siembra, cultivo y cosecha del banano, cuenta con una superficie de 100 hectáreas. Unos de los inconvenientes que presenta la bananera es que no cuenta con un correcto manejo de las descargas de aguas en el transcurso del proceso de lavado de la fruta, generando consecuencias ambientales significativas debido a la cantidad de sustancias químicas que puede contener el agua al momento de lavar el banano, después de haber cumplido con su función este efluente se dirige a los drenajes sin tratamiento alguno o un debido control, contaminando así cuerpos hídricos y aumentando la huella hídrica del banano (Blacio, 2018; Campoverde et al., 2020).



La producción de banano es un producto de agroexportación puesto que es una de las principales fuentes económicas, el cual representa el 15% total de exportación, por otro lado, se da a conocer también como el segundo rubro de mayor exportación del país dada la demanda de consumidores de los mercados más exigentes, las zonas de producción para efectos del ministerio de agricultura se han dividido en tres zonas de producción: zona norte, zona central, zona sur, por ende, es necesario el uso de sustancias químicas (agroquímicos) para mejorar la calidad de producción, sin embargo, el uso de estas sustancias causan consecuencias negativas al ambiente (Cabrera et al., 2020).

La utilización de agroquímicos, en las plantaciones de banano para su protección, en América latina ha incrementado considerablemente durante los últimos años, lo que constituye una problemática ambiental importante ya que su aplicación tiene como consecuencia directa, la contaminación de suelo, cuerpos de aguas, tanto superficiales como subterráneas (Rubio, 2010).

Según Arteaga (2017), en las haciendas bananeras se utilizan una gran cantidad de productos agroquímicos de tipo plaguicidas, los cuales, están determinados a un rol en particular, para mejorar la calidad y producción de la bananera, siendo los más utilizados los que se muestran en la tabla 1:

**Tabla 1.** Productos agroquímicos plaguicidas más empleados en la producción de la bananera.

Tipo de plaguicidas	Organismos a controlar	Productos
<b>Fungicidas</b>	Sigatoka ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> )	Ditiocarbamatos, morfolinas, triazoles, spiroketalaminas, aromáticos, benzimidazoles, estrobirulinas, anilino pirimidinas
<b>Insecticidas/Nematicidas</b>	Nematodos ( <i>Radopholus similis</i> , <i>Helicoylenchus</i> sp, <i>Meloideogyne</i> sp, <i>Pratylenchus</i> sp), Picudos	Terbijo, oxamil, cadsafos, ethoprofos, fenamilos
<b>Insecticidas</b>	Cochinillas ( <i>Pseudococcus elisae</i> , <i>Dysmicoccus brevipes</i> ); Escamas ( <i>Aspidiotus destructor</i> , <i>Diaspis boisduvallii</i> ); Gusano basureo ( <i>Pryoderces rileyii</i> ); colaspis ( <i>colaspis</i> sp), trigona ( <i>trigona</i> sp).	Clorpirifos, Bifentrina
<b>Herbicidas</b>	Malesas porte bajo (Poaceas, Araceas); Malezas porte rastro (Ipomeas, Vitáceas; Malezas arbustivas)	Glifosato, cafentrazone, glufosinato de amonio

Sin embargo, para ello, se deben conocer los diferentes impactos que se generan, a través de la incorrecta manipulación e incorporación de los productos agroquímicos, afectando la salud de los trabajadores, provocando enfermedades crónicas, así mismo, causa daños ambientales, incluida la contaminación del suelo, agua y pérdida de biodiversidad (FAO, 2017).



Es importante contar con alternativas para reducir el uso de plaguicidas y garantizar el manejo adecuado antes, durante y después de la aplicación y así poder minimizar los riesgos sociales y ambientales. Mediante recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura se dan conocer posibles alternativas para evitar los daños asociados con los plaguicidas (FAO, 2017). Sin embargo, no existen estudios dedicados a las consecuencias que se podrían dar, cuando se desecha directamente al suelo el agua de las tinas de las empacadoras, utilizada en diferentes actividades; lo que es necesario encontrar solución y cuáles son los efectos negativos que provocan.

En la actualidad existen muchas bananeras de la costa ecuatoriana; las cuales, al momento de realizar el lavado de la fruta, se utiliza distintos tipos de sustancias químicas, por lo tanto, estas bananeras en su gran mayoría, no le dan un tratamiento previo al agua residual, antes de ser enviada a los drenajes, esto podría darse por falta de asesoramiento o conocimiento en la implementación de un sistema de tratamiento, cuya labor es permitir la reducción de la carga contaminante. (Blacio, 2018).

El presente estudio, aportará con análisis del agua procedentes del lavado del banano, considerando también, el diseño de un sistema de canalización, el cual permitirá que el agua residual de las tinas; sea destinada en una sola dirección, por otro parte, como disposición final, tenga un reservorio, donde el agua pase por un sistema de tratamiento, una vez, que el agua esté libre de contaminantes se pueda reutilizar, además es necesario que los productores bananeros tengan una guía de un sistema, el cual, se puede implementar para tratar el agua proveniente de las piscinas o tinas (Blacio, 2018).

El objetivo del estudio es evaluar la gestión de la utilización del agua, respecto al proceso de lavado de la fruta de la empresa de bananas "SUPERCOMPANY S.A." del cantón El Triunfo en el Ecuador, de manera que el agua resultante del proceso de lavado quede libre de productos agroquímicos contaminantes para poder ser reutilizada en otras labores. Su ejecución incluye el diseño de un sistema de canalización, que permita el tratamiento efectivo de las aguas, para su futura reutilización en el lavado de la fruta. Del mismo modo se realiza la propuesta de un sistema de canalización basado en tecnología de ozono.



## Materiales y métodos

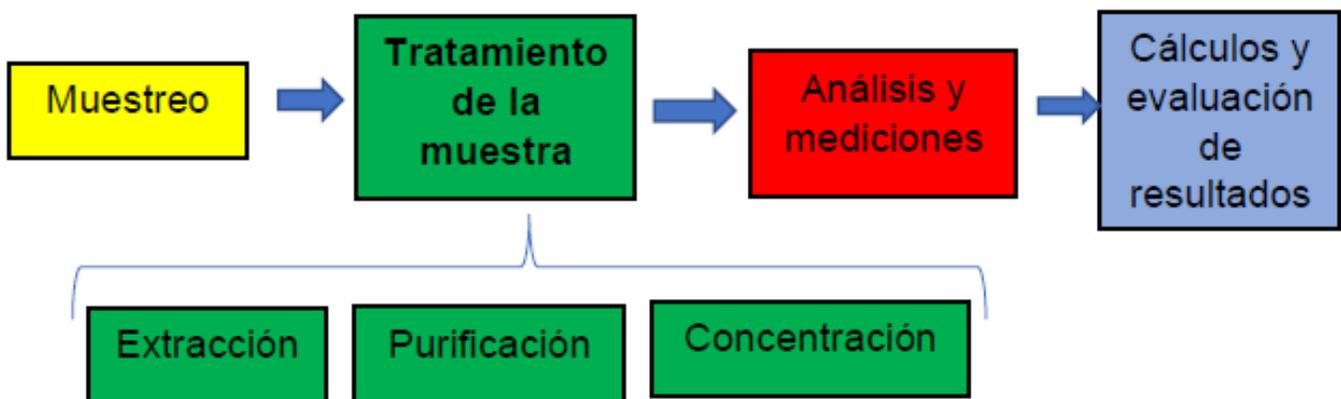
El estudio realizado tiene un diseño no experimental, con alcance descriptivo y enfoque cuantitativo. En él, el procedimiento seguido para su ejecución contó de tres etapas:

- Etapa 1: Obtención y análisis de los resultados considerados como significativos en el análisis de laboratorio del estado del agua por cada punto de muestra.
- Etapa 2: Diseño de un nuevo sistema de canalización del agua del lavado de la fruta, el cual considere la dispersión, así como el diseño y planificación de caudales.
- Etapa 3: Determinación de una propuesta de sistema de canalización, por medio de a utilización de tecnología de ozono, que posibilite el tratamiento efectivo de las aguas, para su futura reutilización en el lavado de la fruta.

Como parte de la metodología empleada, para evaluar la presencia de plaguicidas en el agua, se tomaron muestras de líquido en tres puntos diferentes:

- En el ingreso a los tanques.
- Donde se realiza el desleche y lavado.
- En la desembocadura al canal de desagüe.

Del mismo modo, el proceso analítico estuvo compuesto por cuatro etapas, las cuales se especifican en la figura 1:



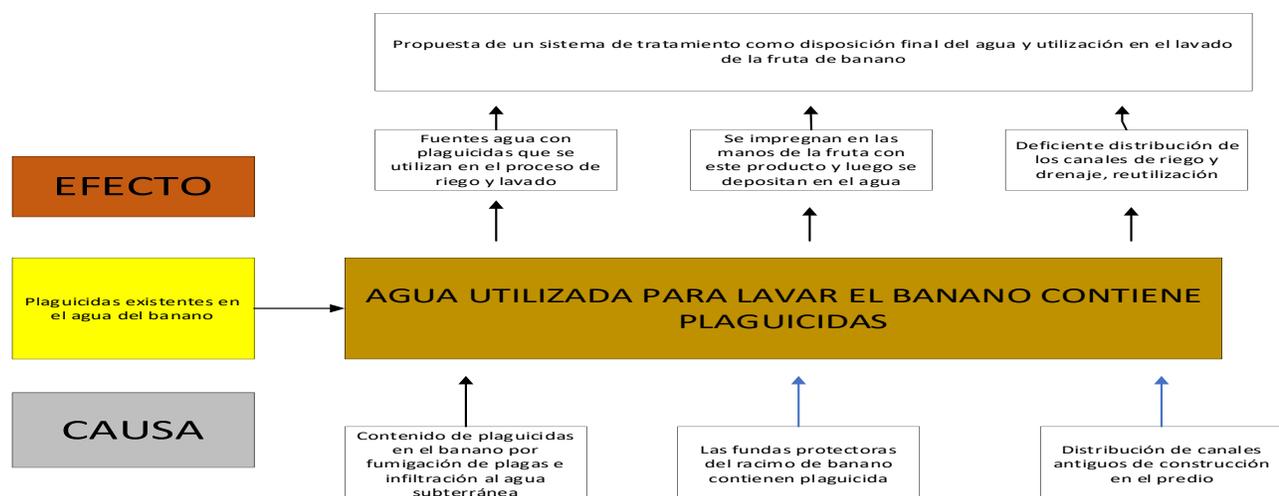
**Figura 1.** Etapas del proceso analítico ejecutado para la obtención de los resultados del análisis del agua.



Para llevar a cabo el tratamiento de las muestras, cada una de las acciones propuestas incluyo (Espinosa, 2018):

- **Extracción:** Se basa en la preparación de la muestra, es la parte donde se separa el analito de la matriz, a través de la extracción, en caso que haya interferencias de otros de otros compuestos se pueden eliminar cuando se esté realizando la purificación.
- **Purificación:** Una vez realizada la extracción es necesario la purificación y concentración de las muestras que se obtuvo mediante la extracción antes de analizar los plaguicidas, la complejidad de esta esta dependerá de la matriz inicial, en la que se encuentran los plaguicidas, la naturaleza y eficacia del método elegido. Se basa en la extracción de otros componentes que se hayan quedado en la matriz de la muestra original.
- **Concentración:** Consiste en la eliminación de gran parte del disolvente y así el pesticida quede disuelto en menor cantidad para posterior a esto realizar una mejor detección en el siguiente paso.

Así mismo, en el análisis de la problemática en cuestión, para la determinación de la mejor solución posible se llevó a cabo un diagrama. En él, se representa al centro la problemática evidenciada en la empresa, abajo se visualizan las causas que lo originan, mientras que en la parte superior se pueden observar los efectos que provoca esta situación para la fruta y el entorno, se visualiza la propuesta de un sistema de tratamiento como disposición final del agua y utilización en el lavado de fruta banano. En la figura 2 se aprecia el análisis realizado:



**Figura 2.** Análisis de la problemática de la Gestión de la utilización del agua - proceso de lavado de la fruta de la empresa de bananas "Supercompany S.A."

## Resultados y discusión

Para determinar el problema principal de la presencia de plaguicidas en el agua y en el lavado del banano, se procedió a identificar cada uno de los insumos utilizados en la bananera, los cuales se computaron en función los insumos utilizados para la fumigación y los empleados como fertilizantes. En el primer caso, se utilizan alrededor de 64 insumos para fumigación, entre los que se destacan el Amblus 720, el Silvacur, el Dithane, el Opal, el Ácido Bórico, las Algas Marinas CC, el Rainboncet y la Floración F1, de acuerdo a la dosis empleada por hectárea de cultivo. En el segundo caso, se destacan también por su dosis por hectárea de cultivo: la UREA, la Fórmula, el Muriato de Potasio, el Sulfato de Potasio y el M.A.P Fosfato monoamónico.

En tal caso, se puede observar la variedad de productos químicos que se aplican para mantener en buen estado los cultivos y la fruta en óptimas condiciones. Estas sustancias químicas fueron usadas durante todo el año, una vez por semana o dependiendo la necesidad del cultivo y la fruta, lo que ayuda a la comparación, según los resultados obtenidos en los análisis. Las muestras tomadas fueron entregadas a la empresa dedicada a servicios ambientales QualyTerra en el Cantón Durán, la cual está asociada a laboratorios AGQ ubicada en Perú. Los parámetros a analizar fueron de plaguicidas **organoclorados, organofosforados, organonitrogenados, tiocarbamatos y piretroides**. Los resultados más significativos del análisis de laboratorio a las muestras de agua se detallan a continuación (tabla 2):

**Tabla 2.** Resultados considerados como significativos en el análisis de laboratorio del estado del agua por cada punto de muestra.

Parámetro	Resultado	Unidad de medida	Observación
Clordecona (plaguicidas)	< 0,00046	mg/L	Punto 1: Entrada de agua a las tinas
Clorfenvinfós (plaguicidas organofósforados)	< 0,01	mg/L	
Isodrin (plaguicidas organoclorados)	< 0,00074	mg/L	
Prometrina (plaguicidas organonitrogenados)	< 0,00029	mg/L	
Clordecona (plaguicidas)	< 0,00046	mg/L	Punto 2: Agua tomada de la segunda tina
Clorfenvinfós (plaguicidas organofósforados)	< 0,01	mg/L	
Isodrin (plaguicidas organoclorados)	< 0,00074	mg/L	
Prometrina (plaguicidas organonitrogenados)	< 0,00029	mg/L	
Clordecona (plaguicidas)	< 0,00046	mg/L	Punto 3: Salida de agua
Clorfenvinfós (plaguicidas organofósforados)	< 0,01	mg/L	
Isodrin (plaguicidas organoclorados)	< 0,00074	mg/L	
Prometrina (plaguicidas organonitrogenados)	< 0,00029	mg/L	
Clorfenvinfós (plaguicidas organofósforados)	< 0,01	mg/L	Toma de muestra 2. Punto 3:
Clorpirifos Etil (plaguicidas organofósforados)	0,00051	mg/L	Agua colectada del efluente
Clorfenvinfós (plaguicidas organofósforados)	< 0,01	mg/L	Toma de muestra 3. Punto 2:
Clorpirifos-Etil (plaguicidas organofósforados)	0,00035	mg/L	agua colectada de segunda tina de la empacadora



Según los resultados obtenidos, se pudo observar que en los tres puntos donde se recolectaron las muestras la presencia de plaguicidas dentro de los límites permitidos bajo la norma EPA Method 8270D (Revisión 4 del 2007). Sin embargo, así las concentraciones sean mínimas, por la frecuencia en la que sale el agua de las tinas, implica que los plaguicidas se bioacumulen y esto mediante lixiviación llegue al suelo hasta desembocar a las aguas subterráneas.

Por otro lado, es notable que ciertos plaguicidas tienen mayor concentración, a pesar de que los niveles no sobrepasan la norma. Tales son los casos de la Clordecona y la Clorfenvinfós, en plaguicidas organofosforados. Adicionalmente, en los plaguicidas organoclorados se evidencia que existen más parámetros encontrados; no obstante, el que tiene la concentración más alta es el Isodrin. En los plaguicidas organonitrogenados la presencia de mayor nivel es la Prometrina. Se tomaron muestras en diferentes semanas, 2 en la primera empacadora y 1 en la segunda, con la finalidad de comprobar si las concentraciones variaban, sin embargo, la mayoría se repiten en las tres muestras, las únicas que presentan variaciones en sus concentraciones es el Clorpirifos-Etil, en la segunda muestra tomada 3 punto y en la tercera toma punto 2.

Teniendo en consideración los resultados obtenidos en el análisis del agua, se propuso el desarrollo de un sistema de canalización, que permitiera el tratamiento efectivo de las aguas, para su futura reutilización en el lavado de la fruta. Ello se debe a que los sistemas de canalización existentes se encuentran dispersos y no obedecen a un diseño y planificación de caudales. El sistema de canalización diseñado se muestra en la figura 3.

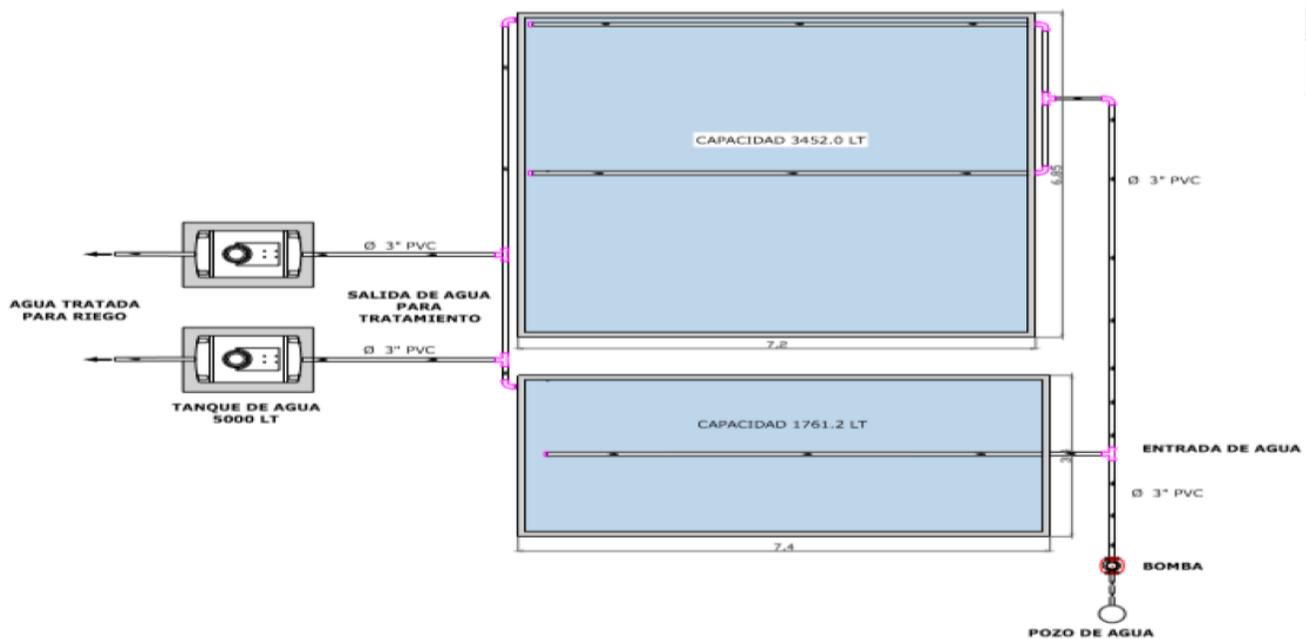


Figura 3. Esquema de sistema de canalización propuesto.



Posteriormente, luego de un exhaustivo análisis documental de los diferentes sistemas en existencia y funcionamiento que operan con este fin, para la eliminación de productos agroquímicos contaminantes y plaguicidas, se optó por un sistema con tecnología de ozonización. Se analizaron los biofiltros y los filtros de zeolita, entre otros (Larrea, 2015; Rodríguez, 2013).

El sistema de canalización propuesto, mediante la utilización del ozono, para el tratamiento efectivo de las aguas de lavado de la fruta, consiste en el empleo de un generador de radicales para la combinación del agua oxigenada y determinadas concentraciones de pH. La técnica permite que el agua entre en contacto con el ozono en concentraciones de 0.5-0.8 mg/L, durante unos 3 minutos. Este tratamiento funciona en conjunto con un inyector venturi para controlar la producción de ozono que se añadirá. Este sistema de ozono es considerado una herramienta de tratamiento completo del agua, siendo eficaz en su depuración, ya que elimina diferentes compuestos tóxicos, incluyendo los plaguicidas (HIDRITEC, 2016). En la figura 4 se muestra el diseño de un sistema de canalización, por medio de la utilización de ozono:

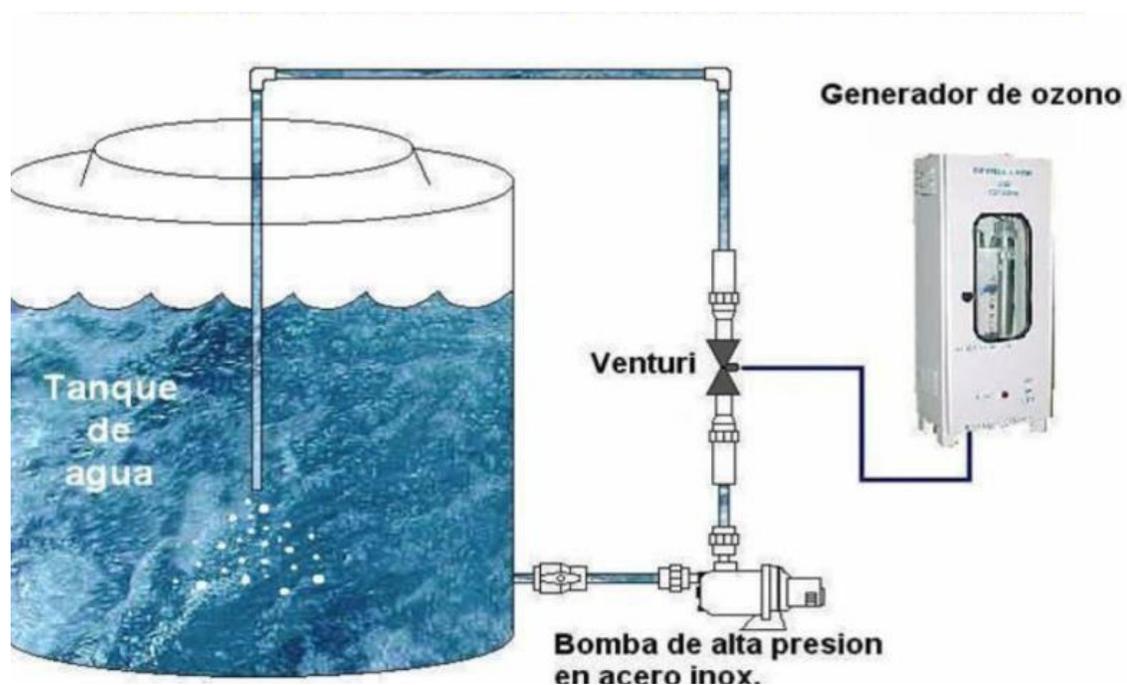


Figura 4. Sistema de ozonización.

Escasos trabajos han sido realizados sobre el análisis de residuos de plaguicidas en el agua que es utilizada para el lavado del banano. No obstante, en el presente estudio se demostró el análisis de varios puntos de convergencia,



donde se obtuvieron valores residuales bajos, pero de diversos tipos, algunos de los cuales arrojaron concentraciones menores a 0,00046 mg/L, como el caso de clordecona, todo lo cual precisa su atención para posibilitar el cuidado de la biodiversidad y para evitar la contaminación.

Por otro lado, en los organoclorados se encontró el Isodrin < 0,00074 mg/l, en organofosforados Clorfenvinfos < 0,01 mg/l y en el caso del Clorpirifos-Etil en algunos puntos su concentración varía con valores de 0.00051, 0.00035, en organonitrogenados prometrina < 0,00029 mg/l, se pudo observar que en el afluente (punto 1) donde el agua es captada del subsuelo también tiene existencia de plaguicidas, es decir que el agua que entra a las tinajas puede estar ya contaminada con productos agrotóxicos.

En un estudio reportado por Proaño (2007), se realizó el análisis de plaguicidas en la cuenca del río Tenguel en una zona bananera en diferentes puntos del río (M, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9); los resultados que se obtuvieron fueron concentraciones bajas, los que mayor persistencia tenían, eran plaguicidas Organoclorados como el Lindano en el M5 con 0,019 mg/l, Clorotalonil M6 < 0,01 y Endosufan sulfato en el M7 0,021, y a lo que se refiere a plaguicidas organofosforados no se detectaron índices de concentración (Proaño, 2007). Claramente está que tomando muestras en el lugar donde se manipula estos productos químicos se notará mejor la diferencia ya que es la fuente de origen para encontrar con mayor exactitud la presencia de plaguicidas.

Otro estudio realizado por Blacio (2018) en la hacienda la Palestina del cantón el Guabo sobre las afectaciones de las aguas residuales provenientes del lavado del banano, diseñando un sistema de tratamiento, elaboró los análisis de otros parámetros los cuales serán eliminados a través del diseño de una planta de tratamiento (Blacio, 2018). A diferencia del presente estudio que se realizó el análisis de plaguicidas lo que se verificó la presencia de ellos, serán tratados mediante ozonización el cual es de fácil aplicación y no se necesita de tanto espacio para ser usado este sistema, además de eliminar plaguicidas en el agua también lo hace con otros contaminantes, es importante en una bananera analizar la presencia de plaguicidas ya que están en constante aplicaciones de la misma.

## Conclusiones

Luego de realizada la investigación, se puede afirmar que el objetivo propuesto fue ejecutado, en el cual se evaluó la gestión de la utilización del agua, respecto al proceso de lavado de la fruta de la empresa de bananas "SUPERCOMPANY S.A." del cantón El Triunfo en el Ecuador. En este sentido, los resultados obtenidos permiten mejorar el manejo, monitoreo y tratamiento de las descargas de aguas de la empresa en cuestión.



Se registró todos los insumos que son usados en la bananera para fumigaciones y fertilizaciones con el fin de verificar si estos también interfieren en el agua. Entonces, según los datos y los resultados de los análisis realizados, se corrobora que realmente el agua utilizada para el lavado del banano contiene presencia de plaguicidas.

El motivo por el cual las concentraciones de las muestras tomadas sean bajas se debe a que en la hacienda SUPERCOMPANY S.A utilizan también biofertilizantes. Esto influye de tal manera a los plaguicidas, ya que son elaboradas por la misma compañía con este mismo fin y a las tendencias en el paquete tecnológico, puesto que en la bananera se dedica a la utilización de tecnologías limpias.

Con la realización de un sistema de canalización se llega a la conclusión que, además de resultar beneficioso, es asequible en cuanto a su implementación, tomando en cuenta el costo, ya que con la implementación con tanques PVC que se utilizará para reservar el agua saliente de las piscinas, una vez tratadas se les puede reutilizar para continuar con el lavado de la fruta.

En cuanto al sistema de tratamiento, el cual mejora la calidad de agua, en este caso con presencia de plaguicidas, el tratamiento con ozono también elimina otro tipo de agentes tóxicos, y contribuye con mejores beneficios como el tiempo, ya que trabaja en cuestión de minutos e ira a la misma velocidad de desplazamiento que tiene el agua.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Allison Aracely García Campoverde.
2. Curación de datos: Wilson Orlando Pozo Guerrero
3. Análisis formal: Wilson Orlando Pozo Guerrero
4. Adquisición de fondos: Allison Aracely García Campoverde
5. Investigación: Allison Aracely García Campoverde
6. Metodología: Wilson Orlando Pozo Guerrero
7. Administración del proyecto: Wilson Orlando Pozo Guerrero
8. Recursos: Allison Aracely García Campoverde
9. Software: Wilson Orlando Pozo Guerrero
10. Supervisión: Edgard Joffre Avilés Camacho



11. Validación: Edgard Joffre Avilés Camacho
12. Visualización: Allison Aracely García Campoverde
13. Redacción – borrador original: Wilson Orlando Pozo Guerrero
14. Redacción – revisión y edición: Wilson Orlando Pozo Guerrero

## Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externa.

## Referencias

- Arteaga, T. (2017). *Estudio de concentración de pesticidas en aguas residuales de 10 fincas bananeras en las provincias de los Ríos y Guayas y su incidencia en los cuerpos de aguas dulces* [Tesis de Licenciatura]. Escuela Politécnica del Litoral, Ecuador. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/102822/D-CD102873.pdf>
- AUGURA. (Octubre de 2009). *Aproximaciones a los parámetros del diseño y operación de un sistema de tratamiento de las aguas de lavado de banano*. Asociación de Bananeros de Colombia (AUGURA). Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/19392>
- Bautista, L. E. T. (2017). *Propuesta metodológica para el análisis de la respuesta espectral en plantaciones de banano a la presencia de plagas y enfermedades, caso de estudio: cantón San Jacinto de Yaguachi, sector Tres Postes, provincia del Guayas* [Tesis de Licenciatura]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14442>
- Blacio, J. A. (2018). *Diseño de un sistema de tratamiento y recirculación para el efluente proveniente de la empacadora de banano de la finca el progreso ubicada en el Cantón El Guabo* [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Cuenca, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31547/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>
- Cabrera, J. B. Z., Guerrero, J. N. Q., & Batista, R. M. G. (2020). La producción de banano en la Provincial de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3), 189-195.



- Campoverde, A. A. G. (2020). *Manejo y monitoreo y tratamiento de las descargas de aguas de la Bananera denominada " SUPERCOMPANY SA" cantón El Triunfo-Ecuador* [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Guayaquil. Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/48716>
- FAO. (01 de abril de 2017). *Manejo de pesticidas en la industria bananera*. Colección de Buenas Prácticas. Foro Mundial Bananero. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i6840s.pdf>
- HIDRITEC (2016). *Tratamiento de agua potable con Ozono*. Portal HIDRITEC, España. Disponible en: <http://www.hidritec.com/hidritec/tratamiento-de-agua-potable-con-ozono>
- Jiménez, G. E. P., Zurita, I. N., & Álvarez, J. C. E. (2020). Análisis del impacto tributario y contable por las variaciones del precio de la caja de banano en los productores del cantón Machala, Ecuador. *Dominio de las ciencias*, 6(1), 396-428. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i1.1154>
- Larrea, C. (2015). *Aplicación de un filtro de zeolita para potabilización de agua nivel domiciliario sitio Palestina Cantón el Guabo Provincia El Oro* [Tesis de Licenciatura]. Unidad Académica De Ingenieria Civil. Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3120>
- Murillo, Á. D. S. (2020). *Contaminación ambiental del agua por el uso indebido de pesticidas agrícolas en plantaciones de banano en el Ecuador* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8482>
- Pacheco, M. A. M., Montealegre, V. J. G., Romero, H. R. C., & Campoverde, J. M. Q. (2021). Análisis de la participación del banano en las exportaciones agropecuarias del Ecuador periodo 2015-2019. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(2), 82-89.
- Proaño, G. (2007). *Determinación de los índices ambientales por contaminación del uso de pesticidas agrícolas en la plantación de banano del sector el Tenguel–Provincias del Guayas* [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química. Maestría en Ingeniería Ambiental. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/625>
- Rodríguez, G. J. (2013). *Diseño de una reestructuración administrativa en la hacienda "María Elena" ubicada en el Cantón El Triunfo provincia de Guayas* [Tesis de Licenciatura]. Unidad Académica de Ciencias Administrativas. Universidad Estatal de Milagro. Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/716/3/DISE%C3%91O%20DE%20UNA%20REESTRUCTURACI%C3%93N%20ADMINISTRATIVA%20EN%20LA%20HACIENDA%20%20C2%A8MAR%C3%8DA%20>



[20ELENA%20A8%20C%20UBICADA%20EN%20EL%20CANT%20C3%93N%20EL%20TRIUNFO%20E2%80%93%20PROVINCIA%20DEL%20GUAYAS.pdf](#)

Rubio, R. L. (2010). *Caracterización de las aguas residuales de lavado del banano en Honduras. Aplicación de técnicas de oxidación avanzada para su depuración* [Tesis de Doctorado]. Universidad de Zaragoza, España. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=205242>

Serrano, L. L. (2017, July). La sostenibilidad ambiental en el sector productivo bananero del cantón Machala. In *Conference Proceedings UTMACH* (Vol. 1, No. 1). Disponible en: <https://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/222/193>

Vásquez-Castillo, W., Racines-Oliva, M., Moncayo, P., Viera, W., & Seraquive, M. (2019). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico *Musa acuminata* en el Ecuador. *Enfoque UTE*, 10(4), 57-66. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.545>

