

Rendimiento del cultivo de arroz y su efecto con el quelato de cobre y agua ozonizada

Ángel Llerena-Hidalgo¹
Cristóbal Aguirre^{1,§}

1 1 Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Av. Carlos Julio Arosemena km 1 ½, Vía Daule Guayaquil, Guayas, Ecuador (angel.llerena@cu.ucsg.edu.ec).

Autor para correspondencia: cristobalaguirre@yahoo.es.

Resumen

El caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) (Lamarck) es la plaga que más problemas ha causado en los últimos años en los cultivos de arroz. Esta plaga ha reducido significativamente la productividad del arroz en todo el mundo. El presente trabajo se realizó en vía Salitre-Baba, en el km 38 en la provincia del Guayas, Ecuador 2020. Fue un ensayo experimental a nivel de campo donde se aplicaron diferentes dosis (un litro de quelato de cobre + agua ozonizada/hectárea) y (dos litros de quelato de cobre + agua ozonizada/hectárea). Para lo cual se utilizó un diseño de bloque completo al azar (DBCA) y 4 tratamientos, 1 testigo y 4 repeticiones. Una vez cosechado el arroz, los datos estadísticos relacionados con el rendimiento fueron recolectados. Los resultados demuestran que el rendimiento no se ve afectado por la aplicación de quelato de cobre y ozono y aunque no hubo diferencia significativa entre todos los tratamientos se observó que el mejor tratamiento fue el T4, que corresponde a la dosis de 2 L ha⁻¹ de quelato de cobre mezclado con agua ozonizada con 2 ppm de concentración donde el rendimiento fue de 3 827.5 ±877.8 kg ha⁻¹, mayor comparado con el T5 (testigo) que reflejo un rendimiento de 1 488.7 ±596.4 kg ha⁻¹ significativamente inferior por la presencia y efectos del caracol. Se concluyó que el quelato de cobre con el agua ozonizada puede controlar el caracol manzana en el cultivo del arroz, además se observó un aumento de rendimiento en el grano.

Palabras clave:

agroecológica infestación, agua ozonizada, cobre quelatado.



El arroz (*Oriza sativa* L.) es el cultivo de cereales más importante y la fuente de energía primaria para más de la mitad de la población mundial y se espera que la producción de este alimento básico se duplique para 2050 (Ray *et al.*, 2013; Sheikh *et al.*, 2019). Con el aumento de la demanda de alimentos las innovaciones tecnológicas en la producción de arroz serán fundamentales para estabilizar la seguridad alimentaria (Liu *et al.*, 2019).

En 2018, la superficie sembrada de arroz a nivel nacional fue de 301 853 ha. La producción de arroz en el Ecuador se desarrolla principalmente en la Región Costa, en las provincias de Guayas y Los Ríos, las cuales concentran el 70 y 26% respectivamente de la producción (INEC, 2019).

La plaga que más problemas ha causado en los últimos años es el caracol manzana (Carvalho, 2019). El caracol manzana dorada, *Pomacea canaliculata* (Lamarck), está considerado entre 100 de las peores especies invasoras del mundo (Global Invasive Species Database, 2013).

El rendimiento de grano de arroz se determina por panículas por unidad de superficie, espiguillas por panícula, porcentaje de llenado de espiguillas y peso de grano. Se obtiene un mayor rendimiento de grano aumentando las panículas por unidad de área o las espiguillas por panícula en entornos favorables (Bagheri *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2019).

Además, los pesticidas afectan la biodiversidad animal y vegetal, las redes alimentarias y los ecosistemas acuáticos y terrestres. El cobre (Cu^{+2}) es un molusquicida efectivo contra el caracol manzana y es permitido en plantaciones de tipo orgánico, esto debido a su baja toxicidad. El ozono es una molécula con un potencial electroquímico alto y por lo tanto capaz de afectar las membranas de las células de los organismos vivos (Alwi, 2017; da Silva *et al.*, 2019; Pandiselvam *et al.*, 2019; Landa *et al.*, 2019). El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del quelato de cobre más el agua ozonizada en el control del caracol manzana.

Lugar de estudio

El ensayo se realizó en los terrenos de la Finca 'Delia María' en vía Salitre-Baba, km 38 en la provincia del Guayas, Ecuador. Se localiza a 79° 81' 00" en longitud oeste, 01° 83' 12" de latitud sur. La zona de la finca tiene una precipitación anual de 1 200 mm, se encuentra a una altitud de 8 m, la temperatura media anual es de 25 °C con una humedad media relativa anual de 80%. El suelo de los terrenos del ensayo es arcilloso y tiene un pH de 6.1. Estos terrenos fueron cedidos por los dueños para poder realizar los estudios.

Material vegetal

Se trabajó con arroz variedad INIAP-14. Ciclo vegetativo de esta variedad es de 113- 117 días. El ensayo fue dividido en parcelas, cada una correspondía a un bloque experimental. La unidad experimental en la finca 'Delia María' es una parcela de 5 x 5 m, que equivale a 25 m², el área total del ensayo fue de 25 m x 25 m= 625 m² y el área útil del ensayo fue de 25 m² (área útil de la parcela) x 20 parcelas= 500 m². Los tratamientos en estudio (Cuadro 1) fueron cultivados bajo sistema de piscina. Para cada tratamiento se colocaron 50 caracoles en total. El estudio se realizó con cinco tratamientos en los cuales se evaluó la dosis de 1 L y 2 L ha⁻¹. de quelato de cobre y la influencia del ozono en el rendimiento del cultivo de arroz.

Cuadro 1. Tratamientos de quelato de cobre y agua ozonizada utilizados en el estudio.

Tratamiento	Dosis
T1	1 litro de quelato de cobre/200 L de agua/ha
T2	2 litros de quelato de cobre/200 L de agua/ha
T3	1 litro de quelato de cobre + agua ozonizada (C= 2 ppm)/ha
T4	2 litros de quelato de cobre + agua ozonizada (C= 2 ppm)/ha
T5	Agua ozonizada (C= 2 ppm)

Diseño experimental

El método utilizado en el ensayo fue experimental de campo, para lo cual se utilizó un diseño de bloque completo al azar (DBCA) con prueba de significancia Duncan al 5%. Los resultados fueron analizados por el programa estadístico de Infostad. Se basa en la aplicación de quelato de cobre en diferentes concentraciones (1 y 2 L ha⁻¹ y su combinación con ozono (2 ppm) para conocer si se evidencian efectos de toxicidad de estos molusquicidas en la planta, por medio de los resultados del rendimiento del grano de arroz. El ozono se produjo mediante un generador de ozono de 20 g ha⁻¹, conectado a un tanque de oxígeno al 99.99% y el proceso de ozonización fue mediante burbujeo con una piedra difusora de carburo de silicio.

Los resultados corresponden a la segunda fase del proyecto (Cuadro 2), el cual se basa en determinar el rendimiento del cultivo ante la aplicación del quelato de cobre y conocer si existen efectos tóxicos en las plantas de arroz. La primera fase fue estudiar la acción del quelato de cobre y ozono en el caracol manzana. Los resultados obtenidos demuestran que el cobre no ejerce ningún efecto negativo en el cultivo, pero es letal para el caracol.

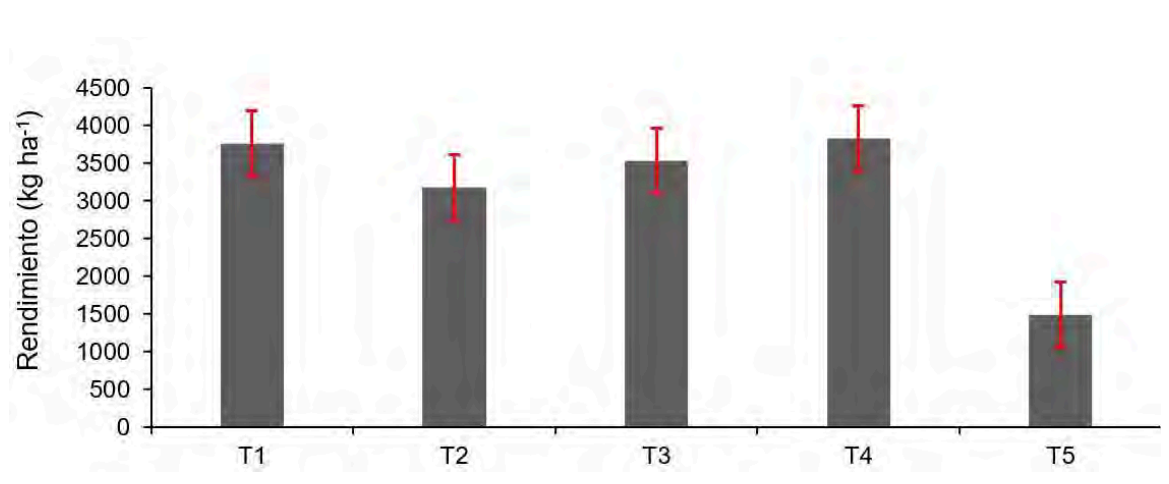
Cuadro 2. Datos de los rendimientos de los diferentes tratamientos de quelato de cobre y agua ozonizada aplicados en arroz.

Repetición	T1 (kg ha ⁻¹)	T2 (kg ha ⁻¹)	T3 (kg ha ⁻¹)	T4 (kg ha ⁻¹)	T5 (kg ha ⁻¹)
R1	4 075.5	3 439.66	3 327.39	3 587.37	1 471.67
R2	4 503.19	1 887.54	4 039.6	2 915.62	1 519.85
R3	2 663.37	3 643.27	3 421.02	3 887.34	751.74
R4	3 819.62	3 779.62	3 367.39	4 919.51	2 211.6
X	3 765.4 ±787a	3 187.5 ±833.7a	3 538.9 ±336.03a	3 827.5 ±877.8a	1 488.7 ±596.4b

X= promedio; prueba de Duncan Alfa= 0.05; error= 530 314; 3 160; gl= 15. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Los valores de promedio representan la media ± desviación estándar.

Los resultados indican que al aplicar diferentes dosis de quelato de cobre no afecta el rendimiento del cultivo de arroz al ser estadísticamente iguales los tratamientos aplicados con cobre; solo en el tratamiento testigo (T5) se refleja un rendimiento inferior (1 488.7 kg ha⁻¹) (Figura 1), lo cual seguramente fue por efecto del daño causado por el caracol. Además, se observó que no existen evidencias de toxicidad, en el desarrollo normal de la planta y en el rendimiento óptimo de cosecha.

Figura 1. Rendimientos de los diferentes tratamientos de quelato de cobre y agua ozonizada aplicados en arroz. Los rectángulos que representan los rendimientos de los tratamientos se ilustran con barras (±) de error típico calculado.



El tratamiento T4 (dos litros de quelato de cobre + agua ozonizada (C= 2 ppm)) presentó el mejor resultado con un rendimiento de 3 827.5 kg ha⁻¹. Estudios anteriores indican que la aplicación de micronutrientes asociados a quelatos aumenta el rendimiento de las plantas (Dass *et al.*, 2017; Ma *et al.*, 2019). El ozono también aumenta el rendimiento, esto debido a la influencia del ozono en la planta, pues indican que el ozono tiene un poder oxigenante mayor que el oxígeno normal y por lo tanto, mejora el proceso respiratorio a nivel celular.

Por lo que la combinación de los productos de quelato de cobre y agua ozonizada a 2 ppm, aunque no significativa tiene influencia en el rendimiento del arroz de 3 827.5 kg ha⁻¹.

Conclusiones

Se determinó el rendimiento del cultivo del arroz en las parcelas estudiadas en condiciones de campo, después de la aplicación de la disolución del quelato de Cu y agua ozonizada. Se demostró que el quelato de cobre con el agua ozonizada puede controlar el caracol manzana en el cultivo del arroz, además se observó un aumento de rendimiento en el grano. El resultado de este ensayo, indica que el aplicar diferentes dosis de quelato de cobre, incide en la mortalidad del caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) en el cultivo del arroz, sin afectar su producción, también se concluye que el tratamiento 4, que corresponde a 2 L quelato de Cu/200 litros de agua ozonizada (2 ppm), es el más efectivo.

Bibliografía

- 1 Alwi, N. A. 2017. Ozone fumigation effects on bacterial and anthracnose development on bell pepper (*Capsicum annuum* L.) and its effect on fruit quality. PhD thesis, University of Nottingham. 158 p.
- 2 Bagheri, A. C.; Emami, N. R.; Sadegh, M. T. and Damalas, C. A. 2018 Pesticide handling practices, health risks, and determinants of safety behavior among Iranian apple farmers, human and ecological risk assessment: An International Journal, *Saccharomyces genoma data base*. 24(8):2209-2223. Doi: 10.1080/10807039.2018.1443265.
- 3 Carvalho, F. B.; Gosmann, G. C. and Turcato, G. O. 2019. Extracts of the unripe fruit of *Ilex paraguariensis* as a potential chemical control against the golden apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda, Ampullariidae). *Natural Product Research, Revista: Institucional PUCRS*. 33(16):2379-2382. Doi: 10.1080/14786419. 2018.1443084.
- 4 da Silva, O. A.; da Silva, E. F.; Akio, M. D.; da Silva, J. L.; da Silva, J. L.; Lima, D. A. 2019. Ozone slows down anthracnose and increases shelf life of papaya fruits. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 41(5):e-439. <https://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019439>.
- 5 Dass, A. S.; Chandra, S. D.; Uphoff, N. J.; Choudhary, A. L.; Bhattacharyya, R. J. and Rana, K. S. 2017. Agronomic fortification of rice grains with secondary and micronutrients under differing crop management and soil moisture regimes in the north Indian Plains. *Paddy Water Environ*. 15:745-760. Doi: 10.1007/s10333-017-0588-9.
- 6 Global Invasive Species Database. 2013. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. The global invasive species database was developed and is managed by the Invasive Species Specialist Group (ISSG) of the Species Survival Commission (SSC) of the International Union for Conservation of Nature (IUCN). <http://www.issg.org/database/species/search.asp?st%100ss>.
- 7 INEC. 2019. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas-agropecuarias/espac/espac-2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf>.
- 8 Landa, A. F.; Fernández, I. T.; Monje, R. and Orta, M. T. 2019. Tomato crop improvement using ozone disinfection of irrigation water. *Ozone: Science and Engineering*. 41(5):398-403. Doi: 10.1080/01919512.2018.1549474.

- 9 Li, R.; Li, M.; Ashraf, U.; Liu, S. and Zhang, J. 2019. Exploring the relationships between yield and yield-related traits for rice varieties released in China from. *Frontiers in Plant Science*. 10:1-12. Doi:10.3389/fpls.2019.00543.
- 10 Liu, K.; Li, Y.; Han, T.; Yu, X.; Ye, H.; Hu, H. and Hu, Z. 2019. Evaluation of grain yield based on digital images of rice canopy. *Plant Methods*. Doi: 10.1186/s13007-019-0416-x.
- 11 Ma, J.; Zhanga, M.; Liua, Z.; Chenb, H; Lic, Y.; Sund, Y.; Mae, Q. and Zhaoa, C. 2019. Effects of foliar application of the mixture of copper and chelated iron on the yield, quality, photosynthesis, and microelement concentration of table grape (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*. 254:106-115. Doi: 10.1016/j.scienta.2019.04.075.
- 12 Pandiselvam, R. S.; Subhashini, E. P.; Banuu, P. E.; Anjineyulu, K.; Ramesh, S. V. and Shahir, S. J. 2019 Ozone based food preservation: a promising green technology for enhanced food safety. *Ozone: Science and Engineering* . 4(1):17-34. Doi: 10.1080/01919512.2018.1490636.
- 13 Ray, D. K.; Mueller, N. D.; West, P. C. and Foley, J. A. 2013. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS One*. 8(6):e66428. Doi: 10.1371/journal.pone.0066428.
- 14 Sheikh, M.; Fakhru, I. and Zahurul, K. 2019. World's demand for food and water: the consequences of climate change [Online First], *Intech Open*. Doi: 10.5772/intechopen.85919.



Rendimiento del cultivo de arroz y su efecto con el quelato de cobre y agua ozonizada

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 January 2024
Date accepted: 01 February 2024
Publication date: 12 February 2024
Publication date: January 2024
Volume: 15
Issue: 1
Electronic Location Identifier: e3412
DOI: 10.29312/remexca.v15i1.3412

Categories

Subject: Nota de investigación

Palabras claves:

Palabras claves:

agroecológica infestación

agua ozonizada

cobre quelatado

Counts

Figures: 1

Tables: 2

Equations: 0

References: 14

Pages: 0