



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**TEMA**

**Efecto del quelato de cobre más agua ozonizada en el control de  
caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) en el cultivo  
arroz de la zona de Salitre.**

**AUTOR**

**Guzmán Jara Paúl Mauricio**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de:  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TUTOR**

**Ing. Agr. Manuel Donoso Bruque, M. Sc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**Marzo, 2018**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Paúl Mauricio Guzmán Jara como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**.

---

**Ing. Agr. Manuel Donoso Bruque, M. Sc.**

**TUTOR**

---

**Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

**Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2018**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Guzmán Jara Paúl Mauricio  
DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **Efecto del quelato de cobre más agua ozonizada en el control de caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) en el cultivo arroz de la zona de Salitre**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2018**

**EL AUTOR (A)**

---

**Guzmán Jara Paúl Mauricio**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Guzmán Jara Paúl Mauricio**, autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Efecto del quelato de cobre más agua ozonizada en el control de caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) en el cultivo arroz de la zona de Salitre**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2018**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_  
**Guzmán Jara Paúl Mauricio**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN URKUND**

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “Efecto del quelato de cobre más agua ozonizada en el control de caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) en el cultivo arroz de la zona de Salitre.” presentado por el estudiante **Guzmán Jara Paúl Mauricio**, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	<a href="#">TT UTE B 2017 Guzman Jara Paúl.pdf</a> (D35277587)
Presentado	2018-02-02 22:28 (+01:00)
Presentado por	ute.fetd@gmail.com
Recibido	alfonso.kuffo.ucsg@analysis.urkund.com
Mensaje	TT UTE B 2017 Guzman Jara <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>
0% de estas 22 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.	

Fuente: URKUND-Usuario Kuffó García, 2018

Certifican:

---

**Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D**  
Director Carreras Agropecuarias  
UCSG-FETD

---

**Ing. Alfonso Kuffó García, M. Sc.**  
Revisor - URKUND

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer profundamente a mi familia, principalmente a mis padres que me han inculcado buenos valores en el transcurso de mi vida, me han dado la fuerza y el apoyo para cada día ser mejor persona tanto como hijo, hermano y tío.

A mi hermana Valeria por cada día, preocuparse de mí y cuidarme en esta corta pero grata experiencia como lo es la Universidad y a mi hermano por enseñarme la responsabilidad de ser un buen profesional.

Así mismo agradecer a Dios por ser mi guía y acompañarme en cada uno de mis días dándome la fuerza que día a día necesito para superarme.

Finalmente, a los profesores que con su dedicación y su experiencia me enseñaron tanto en las aulas como en el campo todo su conocimiento y permitieron culminar este trabajo.

## **DEDICATORIA**

A mis padres principalmente por ser mi apoyo incondicional y darme el ejemplo de responsabilidad en cada una de mis metas planteadas, y a mis hermanos por su ayuda cada vez que lo necesite en esta etapa de mi vida.

A mi abuelo Eduardo por ser una persona muy importante en mi vida, el cual me dejó innumerables enseñanzas de trabajo, dedicación y superación, en los pocos años que tuve la oportunidad de compartir con él.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Agr. Manuel Donoso Bruque, M. Sc.**

**TUTOR**

---

**Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.**

**DIRECTOR DE CARRERA**

---

**Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc**

**COORDINADORA DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. Agr. Manuel Donoso Bruque, M. Sc.**

**TUTOR**

## INDICE GENERAL

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>16</b>
1.1	Objetivos.....	17
1.1.1	Objetivo General .....	17
1.1.2	Objetivos Específicos .....	18
<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
2.1	Arroz.....	19
2.1.1	Antecedentes. ....	19
2.1.2	Cultivo de Arroz en el Ecuador. ....	20
2.1.3	Principales Provincias productoras de arroz.....	20
2.1.4	Morfología de la planta. ....	22
2.1.5	Órganos vegetativos. ....	22
2.1.6	Órganos Reproductores. ....	24
2.1.7	Crecimiento y Desarrollo de la planta de arroz. ....	25
2.2	Caracol Manzana.....	26
2.2.1	Taxonomía. ....	27
2.2.2	Origen. ....	28
2.2.3	Descripción de la especie.....	28
2.3	Daños de caracol manzana en arroz .....	30
2.3.1	Medidas preventivas. ....	31
2.3.2	Control. ....	32
2.4	Quelatos .....	32
2.4.1	Quelato de cobre.....	33
2.5	Ozono.....	33
2.5.1	Efectos del agua ozonificada.....	34
<b>3</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>36</b>
3.1	Localización del ensayo.....	36
3.2	Características Agronómicas de la variedad arroz INIAP-14.....	36
3.3	Materiales.....	37
3.3.1	Material Biológico.....	37
3.3.2	Material técnico .....	37
3.3.3	Material tecnológico. ....	38
3.4	Diseño de la Investigación .....	38
3.4.1	Análisis estadístico.....	39

3.5	Manejo del ensayo.....	40
3.5.1	Preparación del terreno.....	40
3.5.2	Riego.....	40
3.5.3	Trasplante.....	41
3.6	Metodología.....	41
3.7	Aplicación de tratamientos.....	41
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
4.1	Mortalidad de caracol manzana.....	43
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
5.1	Conclusiones.....	47
5.2	Recomendaciones.....	47
<b>BIBLIOGRFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Mercado mundial del Arroz del 2013 al 2017 .....	20
<b>Tabla 2:</b> Las nueve etapas de crecimiento de la planta de arroz .....	26
<b>Tabla 3 :</b> Taxonomía del Caracol manzana .....	27
<b>Tabla 4.</b> Características principales de la Variedad Iniap 14 .....	37
<b>Tabla 5.</b> Cuadro ANDEVA .....	40
<b>Tabla 6.</b> Número y porcentajes de muertes de caracol manzana .....	43
<b>Tabla 7.</b> Valores calculados de la estadística .....	44
<b>Tabla 8.</b> Cuadro de análisis de varianza.....	44
<b>Tabla 9.</b> Prueba de Fisher: resumen .....	45

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Rendimientos 1er Cuatrimestre 2017 (t/ha) .....	21
<b>Gráfico 2.</b> Cantones de bajo rendimiento de arroz .....	22
<b>Gráfico 3.</b> Tallo de una planta joven de.....	23
<b>Gráfico 4.</b> Ubicación del predio .....	36
<b>Gráfico 5.</b> Diseño de los tratamientos .....	39

## RESUMEN

El proyecto se realizó en el sitio “La Victoria” ubicado en el Km 38 de la vía Guayaquil – Salitre, provincia del Guayas entre noviembre y diciembre del 2017. La finalidad de este proyecto fue evaluar la mortalidad del caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) bajo el efecto del quelato de cobre y el agua ozonizada en la etapa de trasplante del cultivo de arroz. El ensayo se realizó mediante un diseño de bloques completamente aleatorizado con 4 tratamientos y 4 repeticiones, donde, T1 correspondía a 1 litro de quelato de cobre en 200 litros de agua, T2 correspondía a 2 litros de quelato de cobre en 200 litros de agua, T3 a 1 litro de quelato de cobre más agua ozonizada y T4 correspondía a 2 litros de quelato de cobre más agua ozonizada. Las comparaciones entre los tratamientos se realizaron por medio de la prueba de significancia estadística F de Fisher al 5 % de probabilidad. Finalmente se demostró que el tratamiento 3 y 4 tuvieron un mejor resultado en el control del caracol manzana con respecto al tratamiento 1 y 2, cabe recalcar que el tratamiento T4 obtuvo el mayor número de caracoles muertos en cada repetición.

**Palabras claves:** arroz, quelato, cobre, ozono, caracol, tratamientos.

## ABSTRACT

The project was done at the site “La Victoria” located at km 38 of the Guayaquil - Salitre route, province of Guayas between November and December 2017. The purpose of this project was to evaluate the mortality of the apple snail (*Pomacea canaliculata*) under the effect of copper chelate and ozonated water in the transplant stage of the rice crop. The test was made using a completely randomized block design with 4 treatments and 4 repetitions, where T1 corresponded to 1 liter of copper chelate in 200 liters of water, T2 corresponded to 2 liters of copper chelate in 200 liters of water, T3 to 1 liter of copper chelate plus ozonated water and T4 corresponded to 2 liters of copper chelate plus ozonated water. The comparisons between the treatments were made by means of Fisher's statistical significance test F at 5% probability. Finally, it was demonstrated that treatment 3 and 4 had a better result in the control of the apple snail with respect to treatment 1 and 2, it should be emphasized that the T4 treatment obtained the highest number of dead snails in each repetition.

**Key words:** rice, chelate, copper, ozone, snail, treatments.

## 1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz (*Oryza sativa*) es uno de los principales cereales que se consume a nivel mundial. En Ecuador, para el año 2016, la superficie total sembrada fue de 364 112 hectáreas (Aguilar, Alava, Burbano, Díaz, Garces, Jacome, Leiva, Simbaña, Yépez, Andrade, Perez y Ruíz, 2016, p. 4), lo que lo convierte en un alimento representativo de la canasta básica de consumo y por ello la importancia de su cuidado y control en la producción del cultivo.

Según las cifras del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Salazar, Villafuerte, Cuichán, Orbe, Márquez, 2016, p. 12), la mayor parte del cultivo de arroz se encuentra ubicada en la Región Costa, específicamente en las provincias del Guayas y Los Ríos sumando el 94.07% de la superficie cosechada. La participación mayoritaria la tiene la provincia del Guayas con el 64.78 % a nivel nacional en superficie cosechada, de igual forma su producción es superior (1 035 344 Tm) representando el 67.47 % de las toneladas métricas del grano.

La superficie cosechada de arroz ha tenido una tasa de incremento anual negativa del 2.38 % (Salazar et al., 2016, p. 12), debido a los diferentes problemas que han tenido los productores de arroz, especialmente con el contrabando del producto que ingresa desde la frontera sur, como también diferentes plagas y enfermedades del cultivo, una de las principales es el caracol manzana (*Pomacea canaliculata*). Esta plaga afecta las áreas arroceras del Ecuador, disminuyendo su rendimiento hasta un 50 %.

El caracol manzana, originario de América del sur, es considerado como una plaga invasora por la mayoría de los agricultores, está dentro de las cien especies invasoras que causan más perjuicio a nivel mundial (Ravindra,

Cowie, Leocadio, 2006, p. 3). En Ecuador, el caracol manzana también es una de las principales plagas que afectan al cultivo de arroz, encontrándolo principalmente en las zonas más bajas del país (INIAP, 2007, p. 5). Este molusco afecta el cultivo de arroz en las etapas de germinación y macollamiento. Por lo anteriormente expuesto, los agricultores han utilizado como medida de control diferentes prácticas culturales, así como también controles químicos (plaguicidas). El sulfato de cobre es un componente activo de los molusquicidas, este compuesto causa efectos irreparables en los suelos y en el medio ambiente, afectando también la salud de los agricultores y la fertilidad de los suelos. En consecuencia, se plantea el uso de nuevas alternativas para el control del caracol manzana, como por ejemplo el uso de quelato de cobre más agua ozonificada. El presente trabajo pretende evaluar el efecto de la combinación del quelato de cobre, por su letalidad sobre los moluscos y el agua ozonizada por su composición.

El ozono es el oxidante más poderoso para tratamientos de agua y del aire en procesos de desinfección en la agricultura y la industria de alimentos. Es amigable con el ambiente, y la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos lo ha catalogado como seguro.

Por lo expuesto los objetivos del presente trabajo de titulación son:

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto del quelato de Cobre y el agua ozonizada para el control del caracol manzana en el cultivo del arroz en la zona de Salitre.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Establecer el grado de mortalidad del caracol, en respuesta a la aplicación de la disolución del quelato de cobre y el agua ozonificada, realizando un conteo manual.
- Identificar las diferencias entre las concentraciones de quelato de cobre con agua ozonizada y sin ozonizar.
- Determinar el mejor tratamiento para el control del caracol manzana en el cultivo de arroz.

### **HIPÓTESIS**

El uso de quelato de cobre más ozono controla totalmente la infestación del caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) en la etapa de trasplante del cultivo de arroz.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Arroz

#### 2.1.1 Antecedentes.

El arroz es una especie monocotiledónea perteneciente a la familia de las Poaceae, subfamilia de las Panicoideae, tribu *Oryza*, subtribu *Oryzineae*, género *Oryza*, especie *sativa*. Su cultivo data de 10000 años en las regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. El género *Oryza* presenta una alta variabilidad genética, que está representada por muchas especies y formas cultivadas. Actualmente, existen dos especies cultivadas: *Oryza sativa* L., originaria del trópico húmedo de Asia, y *Oryza glaberrima* Steud., de África Occidental (Paredes, Becerra, 2015, p. 22).

Es difícil establecer con exactitud la época en que se inició el cultivo de arroz, la literatura china menciona el arroz 3000 años antes de Cristo (a C), cuando se consideraba su siembra como una ceremonia religiosa importante, reservada al emperador. El primer cultivo de arroz se le atribuye al emperador Shen-Nung, quien ha sido considerado el padre de la agricultura y la medicina de su pueblo. Otros textos mencionan el arroz como el más importante de cinco cultivos en la alimentación de los chinos. En el valle del Yang-Tse Kiang se han encontrado restos de arroz que datan de 3000 a 4000 años a C (Degiovanni, Martínez y Motta, 2010, p. 37).

El arroz es el cereal más importante del mundo en desarrollo, constituye el alimento básico para más de la mitad de la población del planeta (Castro, Díaz, Álvarez, Morejón y Polón, 2014, p. 85).

**Tabla 1.** Mercado mundial del Arroz del año 2013 al 2017

Mercado Mundial de Arroz						
	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018 Pronostico	
					Anterior (07 sep. 2017)	Actual (05 oct. 2017)
(..... Millones de toneladas.....)						
Produccion	494.4	493.7	490.9	501.0	503.4	500.7
Suministros	651.1	659.6	659.0	667.5	674.1	669.3
Utilización	484.4	490.3	492.6	497.8	506.5	502.9
Comercio	45.5	44.9	41.3	44.7	44.8	45.2
Existencias al final del ejercicio	166.0	168.2	166.5	168.5	171.2	169.5
(..... Millones de toneladas.....)						
Relacion mundial existencias- utilizacion	33.9	34.1	33.5	33.5	33.3	33.2
Relacion existencias- desaparicion en los principales	28.9	24.3	19.3	18.5	16.8	16.8

**Fuente:** FAO, 2017

### 2.1.2 Cultivo de Arroz en el Ecuador.

Los antecedentes en la historia del Ecuador indican que el arroz fue introducido al país en el Siglo XVIII, ya que en esta época se dio la diversificación económica, siendo un paso para las reformas borbónicas y las leyes de 1770 dando como resultado la libertad del tráfico marítimo interno de la Colonia, se dice que para ese periodo el arroz no tenía mucha demanda en la Real Audiencia de Quito, limitando ser un producto de exportación, los mayores consumidores de estas gramíneas se situaban en la Costa. Para el último tercio del Siglo XX, la población ecuatoriana fue cambiando su estilo de alimentación, integrándose el arroz en su dieta (Paris, Barzola, 2015, p. 4).

En el Ecuador, el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) es la principal fuente alimenticia, principalmente formando parte de la dieta básica de los habitantes de la costa ecuatoriana (Garcés, Díaz, Aguirre, 2012, p. 1).

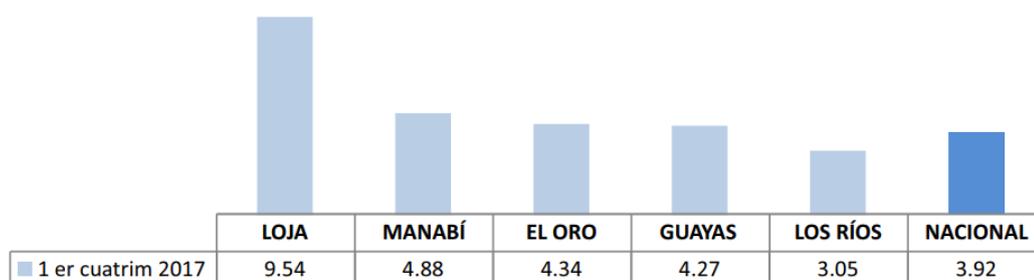
### 2.1.3 Principales Provincias productoras de arroz

El rendimiento nacional del cultivo de arroz en cáscara (20 % de humedad y 5 % de impureza) para el primer cuatrimestre del 2017 fue de

3.92 t/ha. Comparado con el mismo ciclo del 2016, existe una reducción de 6 %, debido principalmente a problemas fitosanitarios. La provincia que más influyó en esta tendencia del rendimiento nacional fue Los Ríos, con una reducción del 12 % (Castro, 2017, p. 2).

Por otro lado, a pesar de que las provincias de Manabí, El Oro y Loja aumentaron su rendimiento respecto al 2016, su impacto tiene una menor representatividad nacional, debido a la proporción de la superficie sembrada en estas provincias. La distribución de la superficie para el cultivo de arroz en el primer ciclo del 2017 fue: 53 % para Guayas, 38 % Los Ríos, 4 % Manabí, 3 % El Oro y 2 % la provincia de Loja (Castro, 2017, p. 2).

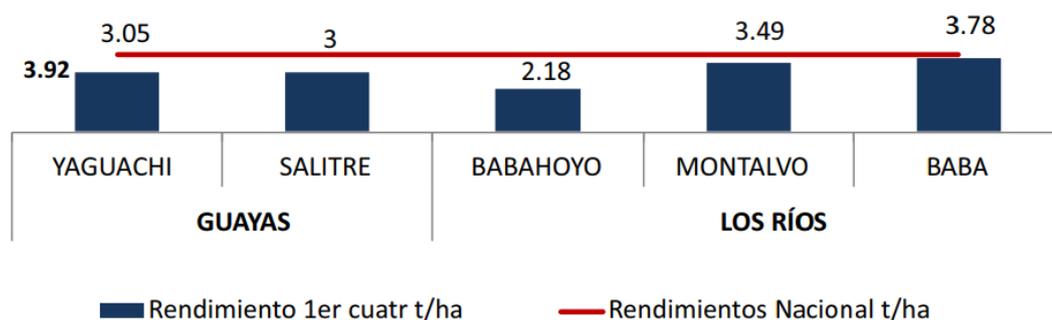
**Gráfico 1.** Rendimientos 1er Cuatrimestre 2017 (t/ha)



**Fuente:** MAGAP /CGSIN/DAPI 2017

Los cantones arroceros como Yaguachi, Salitre, Babahoyo y Baba registraron rendimientos menores que el promedio nacional, debido a elevados niveles de incidencia y severidad de enfermedades, como el manchado y vaenamamiento de granos, a consecuencia de las elevadas precipitaciones y exceso de humedad (Castro, 2017, p. 2).

**Gráfico 2.** Cantones de bajo rendimiento de arroz



**Fuente:** MAGAP /CGSIN/DAPI 2017

#### **2.1.4 Morfología de la planta.**

La planta de arroz es monoica, consta de raíz, tallo y hojas como órganos vegetativos; y de flor y semillas como órganos reproductivos. Estas pueden tener tamaños que varían entre 0.4 m (enanás) y de 7 m (flotantes) (Gonzalez, 2015, p. 27).

#### **2.1.5 Órganos vegetativos.**

##### **2.1.5.1 Raíz.**

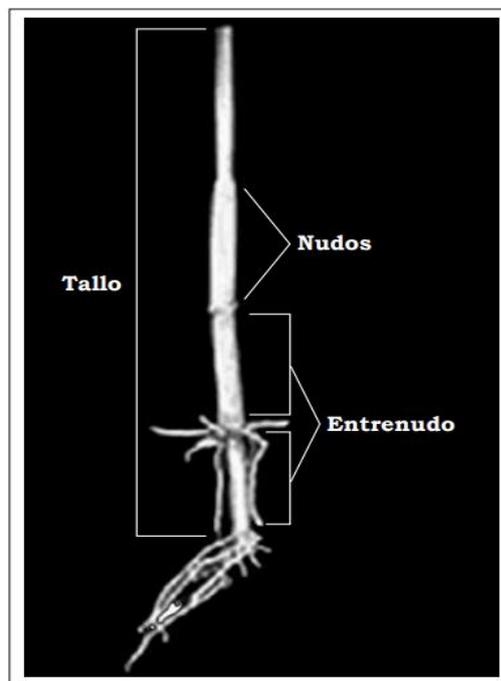
Durante su desarrollo la planta de arroz emite dos clases de raíces: las seminales o temporales y las adventicias o permanentes. Se denominan también primarias y secundarias, respectivamente. Las raíces seminales son poco ramificadas, viven un corto tiempo después de la germinación y son reemplazadas por las raíces adventicias. Las raíces adventicias brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes; en el arroz flotante brotan de los nudos del tallo que está sumergido en el agua y, en algunos casos, también de los nudos aéreos. En los primeros estadios de su crecimiento, son blancas, poco ramificadas y relativamente gruesas; en la medida en que

la planta crece las raíces se alargan, se adelgazan, se vuelven flácidas y se ramifican en abundancia (Degiovanni et al., 2010, p. 50).

### **2.1.5.2 Tallo.**

La planta de arroz es una gramínea anual de tallos redondos y huecos, compuestos de nudos y entrenudos en un número variable. Los entrenudos de la base no se elongan, lo cual hace que la base del tallo sea sólida. Los cinco entrenudos superiores se prolongan de manera creciente a fin de llevar la inflorescencia sobre la planta. El último entrenudo (pedúnculo) termina en el nudo ciliar de donde continua la panícula (INIAP, 2007b, p. 12).

**Gráfico 3.** Tallo de una planta joven de arroz



**Fuente:** Paredes et al., 2015b

### **2.1.5.3 Hojas.**

Las hojas de la planta de arroz se distribuyen en forma alterna a un lado y a otro a lo largo del tallo. La primera hoja que aparece en un nudo basal del tallo principal se denomina prófido, el cual no tiene lamina y está

constituido por dos brácteas aquilladas. Los bordes del prófalo se adhieren al dorso de los hijos jóvenes para asegurarlos al tallo. En cada nudo, con excepción del nudo de la panícula, se desarrolla una hoja. La última hoja que nace en el tallo se encuentra debajo de la panícula, y es conocida como la hoja bandera (Degiovanni et al., 2010, pp. 51–52).

## **2.1.6 Órganos Reproductores.**

### **2.1.6.1 Panícula.**

La panícula tiene dos tipos de meristemas en la inflorescencia; meristemas del raquis y meristemo de la ramificación, en donde la primera no se convierte en un meristemo de espiguilla, sino en un vestigio cerca a la ramificación primaria apical. En la panícula pueden darse entre 50 y 300 flores o espiguillas a partir de las cuales se formarán los granos (González, 2015, p. 30).

### **2.1.6.2 Raquis.**

El raquis o eje principal de la panícula es hueco, de sus nudos nacen las ramificaciones. Las protuberancias en la base del raquis se denominan pulvínulos paniculares. En cada nudo del eje principal nacen, individualmente o por parejas, ramificaciones, las cuales a su vez dan origen a ramificaciones secundarias de donde brotan las espiguillas (CIAT, 2005, p. 9).

### **2.1.6.3 Espiguilla.**

La espiguilla, que es la unidad de la inflorescencia, está unida a la ramificación por el pedicelo. Las espiguillas del género *Oryza* contienen tres flores o florecillas, de las cuales una sola se desarrolla y es fértil. Una espiguilla consta de la raquilla, las florecillas y dos lemmas estériles. Las lemmas estériles, llamadas glumas rudimentarias, son dos brácteas que se alargan desde el pedicelo. La raquilla es el eje que sostiene la florecilla; las

lemmas estériles rodean la raquilla por debajo (Degiovanni et al., 2010, pp. 54–55),

#### **2.1.6.4 Flor.**

La flor tiene seis estambres y un pistillo. Los estambres son filamentos delgados que sostienen las anteras; estas son alargadas y bífidas y contienen los granos de polen. En el pistillo se distinguen el ovario. El estilo y es estigma. El ovario es de cavidad simple y contiene un solo ovulo. El estilo es corto y termina en un doble estigma plumoso. El estigma presenta diferentes colores, según la variedad de arroz: puede ser blanco, verde pálida, amarilla, purpura (Degiovanni et al., 2010, p. 55).

#### **2.1.6.5 Semilla.**

El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehisciente, es decir que no se abre espontáneamente al llegar a la madurez para liberar las semillas; consta de la cascara, formada por la lemma y la pálea; el embrión, situado en el lado ventral cerca de la lemma, y el endospermo que provee alimento al embrión durante la germinación. El fruto del arroz es una cariósida (INIAP, 2007b, p. 10).

### **2.1.7 Crecimiento y Desarrollo de la planta de arroz.**

La historia de la vida de la planta de arroz presenta tres fases importantes:

- La fase vegetativa.
- La fase reproductiva.
- La fase de maduración.

La fase vegetativa se refiere al período desde la germinación hasta el macollaje. La fase reproductiva se refiere al período desde la iniciación de

los primordios de la panoja hasta la floración. La etapa de la maduración se refiere al período desde la espigazón a la madurez (Chaudhary, 2014, p. 8).

**Tabla 2:** Las nueve etapas de crecimiento de la planta de arroz

Etapa	Descripción
Germinación	Desde la siembra hasta la emergencia del coleóptilo de la semilla
Plántula	Desde la emergencia del coleóptilo hasta la aparición de la quinta hoja (contando como primera hoja la primera hoja sin lámina)
Macollaje	Desde la aparición del primer macollo hasta la iniciación de la panoja
Elongación engrosamiento de la vaina	Desde la iniciación de la panoja hasta su completo desarrollo dentro de la vaina de la hoja bandera
Espigazón	Desde la aparición de la punta de la panoja fuera de la vaina de la hoja bandera hasta más de 90% de emergencia de la panoja
Floración	Desde la primera floración hasta que se completa la floración de la panoja
Estado lechoso	La cariósipide desde estado acuoso a lechoso
Estado pastoso	La cariósipide desde estado de masa blanda a dura
Maduración	Maduración de más del 80% de las espiguillas en la panoja. La cariósipide está completamente desarrollada en tamaño, duro y sin tonalidades verdosas

**Fuente:** Chaudhary (2014)

## 2.2 Caracol Manzana

Las especies del género *Pomacea* (caracoles manzana) son moluscos gasterópodos de la familia *Ampullariidae* y la mayoría son importantes plagas invasoras. Constituyen el denominado complejo o grupo canaliculata o caracol manzana acanalado y durante mucho tiempo ha existido confusión respecto a su identificación. Originaria de la cuenca amazónica (América del Sur) y considerada como una de las cien especies invasoras más

perjudiciales del mundo. Su biología y etología la hacen muy peligrosa, no sólo por los daños que ocasiona en el cultivo del arroz, sino también por el riesgo medioambiental que supone para los hábitats naturales en los que se instala (Rodríguez, Sorolla, Núñez, García, Hernández, 2014, p. 2).

El caracol manzana de agua dulce, *Pomacea canaliculata*, es una de las 100 peores especies invasivas del mundo. La amplia distribución de los caracoles, su gran abundancia y su sensibilidad a la contaminación ambiental ellos constituyen un bioindicador potencial para la contaminación ambiental (Litsinger, Joshi, Cowie, 2017, p. 43).

### 2.2.1 Taxonomía.

Los caracoles manzana, familia *Ampullariidae*, son llamados así porque muchas especies, especialmente en los géneros *Pomacea* y *Pila* tienen grandes conchas redondas. Las especies de *Pomacea* son nativas de América del Sur y Central, partes del Caribe y el sureste de Estados Unidos, mientras *Pila* las especies son nativas de África y Asia. En el año 2000, una especie de caracol manzana, *Pomacea canaliculata*, figuraba entre las mejores 100 especies más invasoras del mundo, en gran parte porque se había convertido en una plaga importante del arroz de humedal en gran parte del sudeste asiático ( Ravindra, Cowie y Leocadio, 2017).

**Tabla 3** :Taxonomía del Caracol manzana

Phylum:	Mollusca
Clase:	Gastropoda
Sub clase:	Prosobranchia
Orden:	Mesogastropoda
Familia:	Ampullariidae
Género:	<i>Pomacea</i>
Especia:	Canaliculata

**Fuente:** MAGAP (2012)

### **2.2.2 Origen.**

*Pomacea canaliculata* es una especie del Sur de América cuya área natural, de origen aún es motivo de discusión, la restringe el Bajo Paraná, Uruguay y la cuenca de La Plata, sin descartar el Alto Paraná y partes del sur de Brasil. Anteriormente también se había incluido a la cuenca del Amazonas (Orreoso et al., 2015, p. 17).

*P. canaliculata* se introdujo originalmente de América del Sur al sudeste asiático alrededor de 1980, como un recurso alimenticio local y como un posible artículo de exportación gourmet. Los mercados nunca se desarrollaron; los caracoles escaparon o fueron liberados, y *P. canaliculata* se convirtió en una grave plaga de arroz en muchos países del sudeste de Asia. En Filipinas, se considera la principal plaga del arroz y ha causado enormes pérdidas económicas. Se introdujo en Hawái en 1989, probablemente desde Filipinas, y por las mismas razones que para su introducción inicial en el sudeste de Asia. Una vez más, los caracoles escaparon rápidamente o fueron liberados y rápidamente se convirtieron en grandes plagas de taro. *P. canaliculata* puede propagarse rápidamente de las áreas agrícolas a los humedales y otros sistemas naturales de agua dulce donde puede tener un impacto grave (Cowie, 2005, p. 5).

### **2.2.3 Descripción de la especie.**

El caracol manzana, permanece sumergido durante el día y oculto en la vegetación cerca de la superficie. Es más activo durante la noche, momento en el cual sale a ovipositar. La tasa de actividad de este caracol varía mucho con la temperatura del agua, a los 18 °C apenas se mueve, en contraste con temperaturas más altas, por ejemplo 25 °C. Sin embargo, es más resistente a temperaturas bajas que la mayoría de otros caracoles del género *Pomacea* (MAGAP, 2012, p. 4).

### **2.2.3.1 Hábitat.**

*P. canaliculata* se distribuye ampliamente en lagos, estanques y pantanos a lo largo de su área de distribución nativa de la Cuenca Inferior del Amazonas y la Cuenca del Plata. Este animal anfibio permanece sumergido durante el día, escondido en la vegetación cerca de la superficie. Es más activo durante la noche y abandona el agua en busca de vegetación fresca. La tasa de actividad de este caracol varía mucho con la temperatura del agua. A 18 ° C, apenas se mueven, esto en contraste con temperaturas más altas, p. 25 ° C. Sin embargo, *Pomacea canaliculata* es más resistente a las temperaturas más bajas que la mayoría de otros caracoles del género *Pomacea* (Cowie, 2017, p. 3).

### **2.2.3.2 Huevos y crías.**

Los huevos son esféricos, calcáreos, de color rosa-rojo intenso a rosa-naranja más claro, se vuelven más pálidos a medida que el calcio se endurece, y finalmente adquieren un color rosa blanquecino justo antes de la eclosión. Se colocan sobre el agua, vegetación emergente y otros sustratos firmes (por ejemplo, pilotes de puentes, rocas). La altura de deposición sobre el agua varía desde unos pocos centímetros hasta 2 metros. El número de huevos por hembra promedia ~ 260, desde tan solo 12 hasta tanto como ~ 1000 (Tamburi, Martín, 2011). El diámetro individual del huevo es ~ 3.00 mm. Las crías de un día tienen ~ 2.6 mm de ancho y 2.8 mm de alto. Cuando nacen, caen desde donde los huevos fueron depositados en el agua (Litsinger et al., 2017, p. 16).

### **2.2.3.3 Adultos.**

El caparazón adulto es delgado, liso y mide 35-60 mm de altura. Se enrolla dextralmente, es decir, cuando se ve con el vértice en la parte superior, la apertura se encuentra en el lado derecho del armazón. Las hembras completamente crecidas son más grandes que los machos. El color es de castaño amarillento a marrón verdoso u oscuro, a veces con bandas

en espiral de color marrón oscuro de número y grosor variable. Los espirales son redondeados y la sutura entre los verticilos está profundamente canalizada. La aguja de la cáscara es generalmente baja. La abertura es generalmente ovoide a la forma de un riñón, y el labio interior de la carcasa no está pigmentado (Hayes, Cowie, Thiengo, Strong, 2012, p. 744).

#### **2.2.3.4 Reproducción.**

*P. canaliculata* es dioico (tiene sexos separados), fertilizante interno y ovíparo. Las hembras tienden a ser más grandes que los machos. Los huevos se colocan en garras sobre el agua en las partes expuestas de la vegetación, rocas, etc., tal vez para evitar depredadores acuáticos o en respuesta a la baja tensión de oxígeno en sus hábitats acuáticos a menudo casi estancados. Los huevos están encerrados en un caparazón de carbonato de calcio, que puede usarse o no, como fuente de calcio para el embrión en desarrollo. Su color rosa brillante sirve como advertencia para los depredadores y los huevos como resultado tienen muy pocos depredadores (Dreon, Ituarte, Heras, 2010, para. 15).

La copulación se presenta con una frecuencia más alta (2.9 copulaciones/semana) que el desove (1.4 desoves/semana) aunque hay hembras pueden desovar hasta 3.7 veces por semana en promedio durante toda su vida. Las masas de huevos, de color rosa, se depositan por encima de la línea de flotación, sobre cualquier tipo de vegetación o cosas cercanas (ramas, estacas, piedras, entre otros.) que se encuentren sobre la superficie del agua, lo que impone una labor adicional para las hembras (Cooke, King, Miller, Johnson, 2012, p. 12).

### **2.3 Daños de caracol manzana en arroz**

En el arroz de los humedales, el primer síntoma de daño por *P. canaliculata* es un soporte de planta reducido donde los caracoles han cortado los tallos de la planta por debajo del nivel del agua. Los macollos se

cortan primero y luego las hojas y tallos se consumen bajo el agua. El cultivo es altamente vulnerable en la etapa de plántula temprana. En el taro, el daño a los cormos es fácilmente visible, y los caracoles activos se ven fácilmente alimentándose de ambos cormos y hojas que se han caído de modo que sus puntas rompen la superficie del agua (Litsinger et al., 2017, p. 6).

*Pomacea canaliculata* se caracteriza por la presencia de “claros” en los campos de arroz y fragmentos de hojas flotantes. Cortan la base de las plántulas con su rádula y devoran tallos y las hojas más tiernas y suculentas. La magnitud de los daños de caracoles en el arroz está en función de la edad del cultivo, la densidad de caracoles y la edad de la población de caracoles. Los caracoles prefieren el tejido suave de la planta, por lo tanto un cultivo trasplantado sólo es vulnerable hasta tres semanas después del trasplante (Díaz, 2014, p. 17).

### **2.3.1 Medidas preventivas.**

El uso de una pantalla en las entradas de agua ayuda a retardar la propagación de los caracoles manzana. Las pantallas deben limpiarse regularmente para evitar obstrucciones. Alrededor de los arrozales y los campos de taro, una barrera de cobre podría usarse para desacelerar la expansión del caracol hasta cierto punto. El cobre es tóxico para los caracoles y no cruzan este material. El cable o tira de cobre debe colocarse sobre el nivel del agua, en el borde del campo (Cowie, 2017, p. 9).

Las medidas necesarias para evitar la invasión de las parcelas, incluyen la instalación de barreras físicas, como tubos alargados en las salidas de agua, arquetas, tubos en forma de codo para formar un salto de agua que rompa la continuidad de la lámina de agua, colocar plásticos en las salidas de los tubos que quedan por debajo del nivel de la lámina de agua del desagüe, y en aquellos casos en los que se detecta la presencia del

caracol en la red de riego, la instalación de mallas u otros dispositivos en la entrada del agua de las parcelas (Plaza , Galimany, 2013, p. 2).

### **2.3.2 Control.**

La erradicación de poblaciones establecidas probablemente no sea posible. Se han probado numerosas medidas para intentar controlar los caracoles de manzana en entornos agrícolas. Estos incluyen: uso generalizado de pesticidas, con graves consecuencias para el medio ambiente y la salud humana; control biológico, especialmente el uso de peces y patos; una gama de medidas de control cultural y mecánico. Ninguno ha demostrado ser completamente efectivo, seguro y económicamente viable. Ninguno es probable que sea apropiado en los ecosistemas naturales (Cowie, 2017, p. 9).

## **2.4 Quelatos**

Los quelatos son productos de alta estabilidad capaces de mantener los iones metálicos rodeados de una molécula orgánica (agente quelante) de modo que queden salvaguardados del entorno que favorecería su precipitación en forma de hidróxido insoluble y no disponible para la planta (Lucena, 2009, p. 528).

Un quelato es un compuesto químico en el que una molécula orgánica rodea y se enlaza por varios puntos a un ion metálico, de manera que lo protege de cualquier acción desde el exterior evitando su hidrólisis y precipitación. Por tanto, químicamente hablando, los quelatos son moléculas muy estables (Perea et al., 2010a, p. 2).

El proceso de quelatación es la habilidad de un compuesto químico para formar una estructura en anillo con un ion metálico resultando en un compuesto con propiedades químicas diferentes a las del metal original. El

quelante impide que el metal siga sus reacciones químicas normales (PKnepper, 2003, p. 67).

#### **2.4.1 Quelato de cobre**

El cobre (Cu) divalente,  $\text{Cu}^{+2}$ , se liga fuertemente con los ácidos húmicos y fúlvicos, formando complejos con la materia orgánica. En la solución del suelo hasta el 98 % del Cu se encuentra generalmente quelatado por compuestos orgánicos de bajo peso molecular. Entre estos compuestos se encuentran aminoácidos y ácidos fenólicos, así como ácidos polihidroxicarboxílicos. En solución acuosa, el ion Cu es absorbido más rápidamente que el Cu quelatado por agentes como el EDTA o el DTPA (Perea et al., 2010a, p. 8).

Los quelatos son compuestos heterocíclicos formados por reacción de un ion metálico como ion central, con dos o más grupos funcionales del mismo ligando, y que las quelonas son los ligantes quelantes capaces de formar iones hidrosolubles y complejos del tipo 1:1, con iones metálicos. Estos procesos de quelación son de gran uso en análisis de aguas y en medicina, además se observa este proceso en fenómenos naturales (Didier, Ávila, 2012, p. 10).

#### **2.5 Ozono**

El Ozono es una variedad alotrópica del Oxígeno, muy conocido por su presencia en la estratosfera, donde se forma por la acción de los rayos Ultravioletas del sol, los cuales absorbe en gran medida, evitando de este modo su acción perjudicial sobre los seres vivos. El Ozono posee un poder oxigenante mayor que el del oxígeno normal, y por ello mejora el proceso respiratorio a nivel celular (Villapudua y Rodríguez, 2012, p. 2).

El ozono (O<sub>3</sub>) es un agente antimicrobiano fuerte con numerosas aplicaciones potenciales en la industria alimentaria. Alta reactividad, la penetrabilidad y la descomposición espontánea de un producto no tóxico hacen que el ozono sea un desinfectante viable para asegurar la seguridad microbiológica de los productos alimenticios. El ozono se ha utilizado durante décadas en muchos países y, recientemente, ha sido reafirmado en los Estados Unidos. (Kim, Yousef y Dave, 1999, p. 1071).

### **2.5.1 Efectos del agua ozonificada.**

La industria alimentaria dirige sus investigaciones al desarrollo de nuevas tecnologías y a la aplicación de sanitizantes seguros y efectivos. El ozono, dado su elevado poder germicida y su descomposición espontánea a oxígeno, se ha convertido en un agente potencial para garantizar la seguridad microbiológica y la calidad de los alimentos. El ozono es un poderoso agente oxidante y su acción antimicrobiana es extremadamente rápida. Consta de 3 átomos de oxígeno, es inestable y se descompone con cierta facilidad en oxígeno normal y oxígeno nascente. Debido a esta característica, actúa con gran eficiencia como desinfectante y se constituye como el más serio competidor del cloro ya que no forma compuestos tóxicos de degradación. Por su tendencia a transformarse de nuevo en oxígeno molecular, esta tecnología es limpia, segura y eficiente, y no agrede al medio ambiente, ya que deja como residuo moléculas de oxígeno (Frisón, Vissani, Ocampo, Ponisio y Basílico, 2013, p. 119).

En estado gaseoso o acuoso, es eficaz contra la mayoría de los microorganismos probados por numerosos grupos de investigación. Concentraciones relativamente bajas de ozono y corto tiempo de contacto son suficientes para inactivar bacterias, mohos, levaduras, parásitos y virus. Sin embargo, la tasa de la inactivación es mayor en los sistemas libres de demanda de ozono que cuando el medio contiene sustancias orgánicas oxidables (Kim et al., 1999, p. 1072).

El efecto del agua ozonizada consiste básicamente en una mayor aportación de oxígeno a la raíz. El agua ozonizada que llega al riego está completamente libre de virus, bacterias, hongos, algas, esporas y cualquier otro microorganismo. (El Ozono es el desinfectante más potente de cuantos se conocen. La ausencia de gérmenes confiere al agua las mejores condiciones posibles para lograr un crecimiento mucho más rápido de lo habitual. La planta crecerá con más viveza cómo podrá comprobarse al cabo de un pequeño espacio de tiempo (entre 30 y 40 días desde el inicio del tratamiento) (Villapudua y Rodríguez, 2012, p. 6).

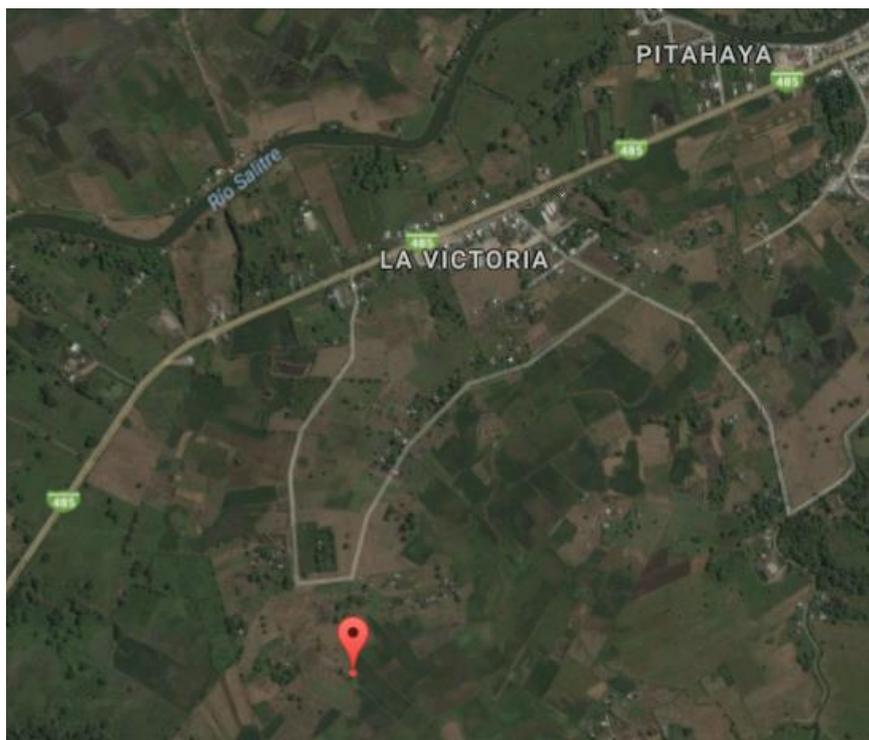
De acuerdo con los investigadores las ventajas de utilizar el ozono como método para desinfectar alimentos son principalmente dos: el único tipo de residuo que el método genera es oxígeno, el cual no crea ningún tipo de daño al ambiente. Y, es improbable que las bacterias con el paso del tiempo puedan mutar y volverse resistentes al ozono, como en ocasiones sucede con el uso por ejemplo de antibióticos (Troxler y Reardon, 2010, p. 2).

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Localización del ensayo

El experimento se realizó en el cantón Salitre, Provincia del Guayas, en terrenos de la Finca “Wendy” en el Km 38 de la vía Salitre-Baba, cedidos por agricultores de la zona.

**Gráfico 4.** Ubicación del predio ( $1^{\circ}50'42.9''$  S  $79^{\circ}50'08.2''$  W)



Fuente: (Google Maps, 2017).

#### 3.2 Características Agronómicas de la variedad arroz INIAP-14

- **Nombre científico:** *Oryza sativa* L.
- **Variedad:** INIAP-14.
- **Clima:** Tropical.
- **Zonas:** Cuenca alta y baja del río Guayas.
- **Características de la variedad:** Ciclo vegetativo de 113- 117 días. Altura de planta de 99-107 cm, grano largo, arroz entero al pilar 62 %, latencia de la semilla 4-6 semanas, resistente al acame.

**Tabla 4.** Características principales de la Variedad Iniap 14

Características / Año de liberación	Iniap 14 / 1999
Rendimiento en riego (t / ha)	5.8 - 11
Rendimiento en seco (t/ ha)	4.8 – 6
Ciclo vegetativo (días)	113 - 117
Altura de plantas (cm)	99 - 107
Longitud de gramos (mm)	Largo
Índice de pilado (%)	66
Desgrane	Intermedio
Latencia en semanas	4 - 6
Pyricularia grisea (quemazón)	Susceptible
Manchado de grano	Moderadamente resistente
Hoja Blanca	Moderadamente resistente

**Fuente:** Enrique, (2007).

**Elaborado por:** El Autor

### 3.3 Materiales

#### 3.3.1 Material Biológico

- Arroz (*Oryza sativa*)

#### 3.3.2 Material técnico

- Bomba de fumigación
- Bomba de agua
- Cinta métrica
- Libreta de campo
- Medidor de ozono
- Galoneros
- Probeta plástica de 1000 ml.
- Generador de Ozono
- Extensión eléctrica
- Pala
- Pico.

### **3.3.3 Material tecnológico.**

- Portátil
- Calculadora
- Celular
- GPS

### **3.4 Diseño de la Investigación**

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo y de tipo experimental. La población objeto de estudio corresponde a caracoles manzana capturados en su hábitat natural en condiciones similares al área experimental.

Se aplicó un experimento factorial montado en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Los factores de investigación son dos: factor ozono y factor quelato. La variable respuesta o efecto de los factores investigados se midió en la sobrevivencia del caracol manzana en cada una de las parcelas experimentales, esto se realizó mediante el conteo del molusco después del tratamiento aplicado.

La unidad experimental es una parcela de 5 x 5 m, que equivale a 25 m<sup>2</sup>, el área total del ensayo fue de 23m x 23 m= 529 m<sup>2</sup> y el área útil del ensayo fue de 25 m<sup>2</sup> (área útil de la parcela) x 16 parcelas= 400m<sup>2</sup>.

En cada unidad experimental se colocaron 50 caracoles para la evaluación de los tratamientos para el control del caracol manzana:

- Tratamiento 1: 1 lt. de quelato de cobre. / 200 lt. de agua.
- Tratamiento 2: 2 lt. de quelato de cobre. / 200 lt. de agua.
- Tratamiento 3: 1 lt. de quelato de cobre más agua ozonificada.
- Tratamiento 4: 2 lt. de quelato de cobre más agua ozonificada.

Los tratamientos se asignaron a las unidades experimentales mediante un proceso aleatorio de acuerdo con el siguiente esquema:

**Gráfico 5.** Diseño de los tratamientos

<b>R1</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
<b>R2</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>R3</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>R4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>

**Elaborado por:** El Autor

### 3.4.1 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos experimentales se aplica la técnica del análisis de la varianza ANDEVA utilizando el estadístico de prueba F de Fisher para un nivel de significación 0.05 %. De acuerdo al modelo estadístico para experimentos bifactoriales con interacciones:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \text{con } i=1,2; j=1,2; k=1,\dots,n_{ij}$$

El cuadro de Andeva correspondiente al modelo indicado se ilustra en la Tabla 5

**Tabla 5.** Cuadro ANDEVA

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Factor A	$SCF = \sum_{i=1}^a \frac{(y_{i\bullet})^2}{n_{i\bullet}} - \frac{(y_{\bullet\bullet})^2}{n_{\bullet\bullet}}$	$gla = a - 1$	$CMA = \frac{SCA}{gla}$	$\frac{CMA}{CMD}$
Factor B	$SCC = \sum_{j=1}^b \frac{(y_{\bullet j})^2}{n_{\bullet j}} - \frac{(y_{\bullet\bullet})^2}{n_{\bullet\bullet}}$	$glb = b - 1$	$CMB = \frac{SCB}{glb}$	$\frac{CMB}{CMD}$
Interacción AB	$SCAB = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{(y_{ij})^2}{n_{ij}} - \frac{(y_{\bullet\bullet})^2}{n_{\bullet\bullet}}$	$Glab = (a-1)(b-1)$	$CMAB = \frac{SCAB}{glab}$	$\frac{CMAB}{CMD}$
Dentro (Error Experimental)	$SCD = SCT - SCA - SCB - SCAB$	$gld = glt - gla - glb - glab$	$CMD = \frac{SCD}{gld}$	
Total	$SCT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^{n_{ij}} y_{ijk}^2 - \frac{(y_{\bullet\bullet})^2}{n_{\bullet\bullet}}$	$glt = n_{\bullet\bullet} - 1$		

**Elaborado por:** El Autor

Para la comparación de medias de los tratamientos se aplica una prueba a posteriori LSD de Fisher, los análisis estadísticos se realizaron con ayuda del software Infostat.

### 3.5 Manejo del ensayo

#### 3.5.1 Preparación del terreno

Se utilizó el azadón y pala para construir los muros de cada parcela, donde se distribuyeron las plántulas de arroz.

#### 3.5.2 Riego

Se utilizó una bomba de 1.5 hp, la cual extraída el agua de un pozo profundo de 25 metros con la cual se inundó las parcelas con tubos de 3 pulgadas.

### **3.5.3 Trasplante**

El trasplante se realizó manualmente, se trasplantó la variedad Iniap 14, en cada una de las parcelas se trasplantó 19 carreras con una distancia de 20 cm entre planta y 20 cm entre calle.

### **3.6 Metodología**

El trabajo consistió en la aplicación del quelato de cobre más agua ozonizada después del trasplante. La dosificación del agua ozonificada corresponde a 2 ppm, ya que esta es la concentración que se ha utilizado para el control de hongos, bacterias, sigatoka en banano y otros.

El quelato de cobre se obtuvo de forma artesanal de acuerdo con un procedimiento desarrollado en el ITT, el cual se encuentra en trámites de ser patentado. Sin embargo, podemos mencionar que se trata de un producto aceptado por la agricultura orgánica donde el ion cobre con valencia positiva 2 es atrapado por el quelato encapsulándolo y solubilizándolo en la medida que la planta lo va utilizando.

El producto se aplicó después del trasplante, utilizando una bomba de mochila manual, en la que se mezclaron el quelato de cobre y el agua ozonizada respectivamente.

### **3.7 Aplicación de tratamientos**

La aplicación de los diferentes tratamientos se realizó instalando el generador de ozono compuesto por un transformador de 110 a 6000 Voltios, el mismo que envía la corriente a un generador con material dieléctrico el cual produce el Ozono, junto con el tanque de oxígeno al 95 % y a 4.5 litros

por minuto, al mismo tiempo es inyectado por un Venturi al agua de una probeta de 1000 ml

Una vez pasado los 3 minutos generando ozono se obtuvo una concentración de 2 ppm que se requería para el ensayo, el mismo que en el Tratamiento 1 se mezclaba el quelato de cobre con agua y en el Tratamiento 2 se mezclaba otra dosis de quelato de cobre con agua mientras que en los Tratamiento 3 y 4 se mezclaba las diferentes dosis de quelato de cobre con agua ozonizada.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Mortalidad de caracol manzana

Una vez realizadas las pruebas y análisis estadísticos, se evidenció una mayor tasa de mortalidad del caracol manzana en el tratamiento 3 (T3) y tratamiento 4 (T4), con respecto al tratamiento 1 (T1) y tratamiento 2 (T2) (Tabla 6). Se observó que el T4 (dos litros de quelato de cobre más agua ozonizada) fue el tratamiento más efectivo para el control de caracol manzana incluso en todas las repeticiones (R1, R2, R3 y R4).

**Tabla 6.** Número y porcentajes de muertes de caracol manzana

Número y porcentaje de mortalidad					
	R1	R2	R3	R4	Promedio
<b>T1</b>	17 – 34 %	18 – 36 %	14 – 28 %	14 – 28 %	31 %
<b>T2</b>	16 – 32 %	16 – 32 %	17- 34 %	15 – 30 %	31 %
<b>T3</b>	21- 42 %	18 – 36 %	19 – 38 %	20 – 40 %	41 %
<b>T4</b>	23 – 46 %	18 – 36 %	24 – 48 %	20 – 40 %	43 %

**Elaborado por:** El Autor

Los porcentajes de variación explicados en la Tabla 7 nos indica que el coeficiente de varianza obtenido para esta experimentación fue de 10.38 con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.67; un coeficiente de determinación ajustado ( $R^2Aj$ ) de 0.59 y un coeficiente de variación de 10.38.

**Tabla 7.** Valores calculados de la estadística

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Muertes	16	0.67	0.59	10.38

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 8 se puede observar que el p valor obtenido es de 0.44, este valor es mayor al nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), es decir, que el valor calculado del estadístico F a partir del experimento realizado es menor al valor teórico esperado bajo la hipótesis de igualdad de efectos de tratamientos para una distribución F con 3 y 12 grados de libertad. Se concluye que para un nivel de significación del 0.05, existen diferencias en la mortalidad de caracoles manzana para los distintos tratamientos.

**Tabla 8.** Cuadro de análisis de varianza

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	87.25	3	29.08	8.21	0.0031
Ozono	81	1	81	22.87	0.0004
Quelato	4	1	4	1.13	0.3088
Ozono- Quelato	2.25	1	2.25	0.64	0.4409
Error	42.5	12	3.54		
Total	129.75	15			

**Elaborado por:** El Autor

De acuerdo a la prueba de F de Fisher se pudo observar que el factor ozono, demuestra una diferencia significativa entre los tratamientos con agua ozonizada y sin agua ozonizada. Además, la prueba de Fisher nos demostró que las dosis de quelato aplicadas en los distintos tratamientos no presentaron una diferencia significativa (Tabla 9).

**Tabla 9.** Prueba de Fisher: resumen

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,89940						
Error: 3,5417 gl: 12						
Agua ozonizada	Quelato de cobre	Medias	n	E.E.		
Ozono	2 litros	21.25	4	0.94	A	
Ozono	1 litro	19.5	4	0.94	A	
Sin Ozono	2 litros	16	4	0.94		B
Sin Ozono	1 litro	15.75	4	0.94		B

**Elaborado por:** El Autor

De acuerdo con los resultados obtenidos en este ensayo, se puede concluir que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes dosis de quelato de cobre, sin embargo, si existió diferencia significativa en los tratamientos que usaron quelato de cobre más agua ozonizada. El tratamiento 1 (1 litro de quelato de cobre con 200 litros de agua) y el tratamiento 2 (2 litros de quelato de cobre con 200 litros de agua) no presentaron el mismo efecto que los tratamientos 3 y 4, los cuales usaron 1 litro de quelato de cobre más agua ozonizada y 2 litros de quelato de cobre más agua ozonizada respectivamente.

No existe evidencia científica que demuestre el efecto del uso de quelato de cobre con agua ozonizada en el control del caracol manzana en los cultivos de arroz. La revisión bibliográfica nos ha permitido identificar diversos tratamientos usados en el control de esta plaga. Según Salcedo, (2013, p. 55) la acción patogénica de *Heterorhabditis bacteriophora* sobre el caracol manzana, obtuvo un elevado porcentaje de caracoles muertos mediante el uso de una concentración de nematodos, la cual evidencia un control seguro en el control de esta plaga, mientras que Teo, (2001, p. 2) evidenció que el uso de patos en el control biológico del caracol manzana en los cultivos de arroz reduce la densidad de esta plaga. Por lo antes mencionado, se puede realizar una valoración de los diversos tratamientos, considerando factores económicos, ambientales y sociales que sean favorables para el pequeño agricultor.

El tratamiento de quelato de cobre y agua ozonizada fue el más efectivo en el control del caracol manzana, se puede establecer que, gracias al poder depurar del ozono sobre los moluscos, su efectividad junto al quelato de cobre fue favorable.

El quelato de cobre es un compuesto en el cual se encapsula el cobre, es decir un quelato es un compuesto químico en el que una molécula orgánica rodea y se enlaza por varios puntos a un ion metálico, de manera que lo protege de cualquier acción desde el exterior evitando su hidrólisis y precipitación (Perea et al., 2010, p. 2) por lo que la interacción de ambos componentes producen un efecto significativo en el control de esta plaga.

## **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Una vez obtenido los resultados de la investigación se puede determinar que:

- El uso del quelato de cobre con agua ozonizada demostró una mortalidad significativa del molusco en el cultivo de arroz, sin embargo, no se pudo evidenciar una eliminación total del caracol manzana. Una de las causas que podrían haber interferido en la mortalidad del caracol, fue la incorrecta nivelación del suelo en las parcelas del ensayo.
- Cabe recalcar que, según los resultados de las diferentes dosis, los tratamientos que llevaron agua ozonizada fueron más efectivos que los tratamientos que no llevaron agua ozonizada, mientras con respecto a la concentración de dosis del quelato de cobre no hubo una diferencia significativa que demuestre que la concentración influye en los resultados del control del caracol manzana.

### **5.2 Recomendaciones**

- Se recomienda realizar la nivelación del suelo previo al ensayo con la finalidad de obtener una correcta lámina de agua en cada tratamiento.
- Se recomienda realizar nuevas investigaciones para determinar el efecto del quelato de cobre más agua ozonizada en el control del caracol manzana en los cultivos de arroz, pero preferiblemente que tengan fuentes de agua con bajo contenido de sales.
- Se recomienda el uso de materiales orgánicos con el fin de contribuir con la conservación del medio ambiente y evitar el uso indiscriminado de químicos para control de esta plaga.

- Se recomienda utilizar dosis más altas de quelato de cobre para aumentar su mortalidad del caracol en los cultivos de arroz.

## BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, D., Álava, D., Burbano, J., Díaz, M., Garcés, A. L., Jácome, D., ... Ruiz, V. Simbaña B., Yopez, R., Andrade, D., Perez, P. (2016). Estimación de superficie sembrada de arroz (*oryza sativa* L.), maíz amarillo duro (*zea mays* L.) y soya (*glycine max*) del año 2016; en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, Santa Elena, Loja y El Oro. Retrieved from [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/estimacion\\_superficie\\_arroz\\_2016.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/estimacion_superficie_arroz_2016.pdf)

Alejandro Di Rienzo, J., al, et, Cdd, E., Di Rienzo, by, Alejandro, J., Alicia, L., ... Graciela, M. (2009). *Estadística para las Ciencias Agropecuarias* (Septima). Argentina. Retrieved from [http://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/2103/mod\\_resource/content/0/DEPOSITO\\_DE\\_MATERIALES/LIBRO-EST.CIENCIAS.AGRP.UNC.\\_7\\_Ed.pdf](http://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/2103/mod_resource/content/0/DEPOSITO_DE_MATERIALES/LIBRO-EST.CIENCIAS.AGRP.UNC._7_Ed.pdf)

Castro Álvarez, R., Díaz Solís, S. H., Álvarez, G. E., Morejón, R., y Polón Pérez, R. (2014). Evaluación de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) para la práctica de cultivo de rebrote en las condiciones de Cuba . *Cultivos Tropicales* . scielocu .

Castro Marcelo. (2017). *Rendimiento de arroz en cáscara, primer cuatrimestre 2017*. Quito, Ecuador. Retrieved from [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_arroz\\_primer\\_quatrimestre2017.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_primer_quatrimestre2017.pdf)

Chaudhary Ricardo. (2014). *Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz*. Roma. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/006/y2778s/y2778s02.htm#TopOfPage>

CIAT. (2005). Morfología de la planta de arroz: Guía de estudio - Google Books. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*, 16. Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?id=DTfQy22\\_\\_PcC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=El+raquis+o+eje+principal+de+la+panícula+es+hueco,+de+sus+nudos+nacen+las+ramificaciones.+Las+protuberancias+en+la+base+de+raquis+se+denominan+pulvínulos+paniculares.+En+cada+n](https://books.google.com.ec/books?id=DTfQy22__PcC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=El+raquis+o+eje+principal+de+la+panícula+es+hueco,+de+sus+nudos+nacen+las+ramificaciones.+Las+protuberancias+en+la+base+de+raquis+se+denominan+pulvínulos+paniculares.+En+cada+n)

Cooke, G. M., King, A. G., Miller, L., y Johnson, R. N. (2012). A rapid molecular method to detect the invasive golden apple snail *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822). *Conservation Genetics Resources*, 4(3), 591–593. <https://doi.org/10.1007/s12686-011-9599-9>

Degiovanni Victor, Martinez Cesar, y Motta Francisco. (2010). Produccion Eco-Eficiente del Arroz en America Latina Tomo I. In *roduccion Eco-Eficiente del Arroz en America Latina Tomo I* (p. 37). Cali, Colombia. Retrieved from [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/2010\\_Degiovanni-Produccion\\_eco-eficiente\\_del\\_arroz.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/2010_Degiovanni-Produccion_eco-eficiente_del_arroz.pdf)

Díaz Solís, P. J. (2014). “Manejo integrado del caracol manzana (*pomacea canaliculata*) en el cultivo de arroz bajo riego, en la zona de Simón Bolívar provincia del Guayas.” Retrieved from <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/559/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000091.pdf>

Didier, A., y Ávila, P. (2012). Formación de complejos: EDTA y quelatos. Retrieved from <https://quimiart.files.wordpress.com/2012/02/formacic3b3n-de-complejos.pdf>

Dr. Robert H. Cowie. (2005). *Pomacea canaliculata*. Retrieved October 23, 2017, from <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Pomacea+canaliculata>

Dreon, M. S., Ituarte, S., y Heras, H. (2010). The Role of the Proteinase Inhibitor Ovorubin in Apple Snail Eggs Resembles Plant Embryo Defense against Predation. *PLoS ONE*, 5(12), e15059. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015059>.

Enrique, A. (2007). *Variedades de arroz generales*. Ecuador, Guayas. Retrieved from [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Variedades de arroz generadas por INIAP.pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Variedades%20de%20arroz%20generadas%20por%20INIAP.pdf)

Frisón, L., Vissani, M., Ocampo, H., Ponisio, D., y Basílico, J. (2013, June). Efectos del agua ozonizada sobre microorganismos patógenos y alterantes de frutas y hortalizas. *Revista Venezolana de Ciencia Y Tecnología de Alimentos*, 119–131. Retrieved from <https://sites.google.com/site/1rvcta/v4-n1-2013/h7?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>

Gonzalez Diana Catalina. (2015). *Caracterización De La Arquitectura De La Panícula Y Caracteres Agronómicos En Una Población F2 Entre Dos Tipos De Planta De Arroz (Oryza Sativa L.) Contrastante*. Diana Catalina González Calderón Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título. Universidad Del Tolima Facultad de Ingeniería Agronómica Programa De Ingeniería Agronómica. Retrieved from [http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1460/1/RIUT-FAA-spa-2015-Characterización de la arquitectura de la panícula y caracteres](http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1460/1/RIUT-FAA-spa-2015-Characterización%20de%20la%20arquitectura%20de%20la%20panícula%20y%20caracteres)

agronómicos en una población f2 entre dos tipos de planta de arroz.

Hayes, K., Cowie, R., Thiengo, S. C., y Strong, E. E. (2012). Comparing apples with apples: clarifying the identities of two highly invasive Neotropical Ampullariidae (Caenogastropoda). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 166(4), 723–753. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2012.00867.x>

INIAP. (2007a). Manual Del Cultivo De Arroz - Guayas - Ecuador - Google Books. In *Cultivo de Arroz* (Segunda, p. 161). Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?id=IXozAQAAMAAJ&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=IXozAQAAMAAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

INIAP. (2007b). *Manual Del Cultivo De Arroz - Guayas - Ecuador - Google Libros* (Segunda). Duran, Guayas, Ecuador. Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?id=IXozAQAAMAAJ&pg=PA11&hl=es&source=gbs\\_toc\\_r&cad=4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=IXozAQAAMAAJ&pg=PA11&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false)

Joshi Ravindra, Cowie Robert, y Leocadio Sebastian. (2006). *Biology and Management of Invasive Apple Snails* (2017th ed.). Nueva Ecija Philippines: Philippine Rice Research Institute (PhilRice). Retrieved from <http://www.invawet-cyted.org/wp-content/uploads/2017/10/invasiveapplesnailsbook.pdf>

Kim, J.-G., Yousef, A. E., y Dave, S. (1999). Application of Ozone for Enhancing the Microbiological Safety and Quality of Foods: A Review. *Journal of Food Protection*, 62(9), 1071–1087. Retrieved from <http://www.jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-62.9.1071?code=fopr-site>

- Litsinger, J., Joshi, R., y Cowie, R. (2017). CABI. Retrieved October 1, 2017, from <http://www.cabi.org/isc/datasheet/68490#82A9C2CB-F8AF-4C33-8544-BE2C9279DAF2>
- Lucena, J. J. (2009). El empleo de complejantes y quelatos en la fertilización de micronutrientes. *527*, *56*(4), 527–535. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/3052/305226808020.pdf>
- MAGAP. (2012). *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1828). *Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de La Calidad Del Agro*, *593*(2), 2567–232. Retrieved from [www.agrocalidad.gob.ec](http://www.agrocalidad.gob.ec)
- Monica, B., Laura, G., Elena, T., Fernando, C., Di Rienzo, J., y Robledo, C. (2008). *InfoStat Software Estadístico*. Cordoba, Argentina.
- Orreoso, M., Gladys, R., Coello Rodríguez, M., Arrébola, J., Luiggi, B., y Robles, M. (2015). *Pomacea canaliculata* plaga del arroz en el Ecuador (p. 96). Salgolqui: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. Retrieved from [https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10170/3/Pomacea Canaliculata%2C plaga de arroz en el ecuador.pdf](https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10170/3/Pomacea%20Canaliculata%2C%20plaga%20de%20arroz%20en%20el%20ecuador.pdf)
- Paredes, M. C., Alfaro, M. V., Becerra, V. V., Carracelas, G. G., Chilian, J., Donoso Ñ, G., ... Lisboa, K. J. (2015). *Producción de Arroz: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)* (Vol. 306). Retrieved from <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/02/Manual-de-Arroz-PDF.pdf>
- Paredes, M. C., y Becerra, V. V. (2015). *Producción de Arroz: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)*. In *Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N°* (Vol. 306). Retrieved

from <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/02/Manual-de-Arroz-PDF.pdf>

Paris, M. M., y Barzola, M. (2015). *Efecto de la aplicación foliar de citoquininas sobre el macollamiento y enraizamiento de plantas de arroz*. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Retrieved from <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89002/D-79998.pdf>

Perea, E., Ojeda, D., Hernández, A., Ruiz Jaime Martínez, T., Santos, R., y Soo, T. (2010a). Utilización de quelatos en la agricultura. Retrieved from [http://www.uach.mx/extencion\\_y\\_difusion/synthesis/2011/06/14/utilizacion\\_de\\_quelatos\\_en\\_la\\_agricultura.pdf](http://www.uach.mx/extencion_y_difusion/synthesis/2011/06/14/utilizacion_de_quelatos_en_la_agricultura.pdf)

Plaza Trinidad, y Galimany Gemma. (2013). El caracol manzana, una nueva plaga del cultivo del arroz. Retrieved from [http://www.eumedia.es/portales/files/documentos/dossier\\_caracol\\_VR370.pdf](http://www.eumedia.es/portales/files/documentos/dossier_caracol_VR370.pdf)

Rafael, F., Díaz Coronel, T. G., y Aguirre Calderón, A. J. (2012). Ciencia y tecnología. *Ciencia Y Tecnología (Quevedo)*, 5(2), 1–6. Retrieved from <https://biblat.unam.mx/en/revista/ciencia-y-tecnologia-quevedo/articulo/severidad-de-la-quemazon-pyricularia-oryzae-cav-en-germoplasma-de-arroz-f1-en-la-zona-central-del-litoral-ecuatoriano>

Rodriguez Elena, Sorolla Aitana, Nuñez Eva, Garcia Carmelo, y Hernandez Susana. (2014). I Informaciones Técnicas 2/2014 El Caracol Manzana Pomacea maculata y Pomacea canaliculata D. *Centro De Sanidad Y Certificación Vegetal*, 4. Retrieved from [http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AgriculturaGanaderia/Areas/03\\_Sanidad\\_](http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AgriculturaGanaderia/Areas/03_Sanidad_)

Vegetal/01\_Protección\_Vegetal/cpv\_ana\_\_documentos/Caracol\_manzana.pdf

Salazar, D., Villafuerte, W., Cuichán, M., Orbe, D., y Márquez, J. (2016). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2012 Dirección responsable de la información estadística y contenidos: Dirección De Estadísticas Económicas. INEC*. Retrieved from [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe\\_ejecutivo\\_ESPAC\\_2016.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe_ejecutivo_ESPAC_2016.pdf)

Salcedo, A. (2013). Acción patogénica de *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) sobre el caracol manzana (*Pomacea canaliculata* Lamarck), plaga de los cultivos de arroz (*Oriza sativa*) en la cuenca baja del río Daule, Guayas, Ecuador, *17*(2), 53–56. Retrieved from <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/mayo/4.pdf>

Tamburi, N. E., y Martín, P. R. (2011). Effects of food availability on reproductive output, offspring quality and reproductive efficiency in the apple snail *Pomacea canaliculata*. *Biological Invasions*, *13*(10), 2351–2360. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-0047-2>

Teo, S. S. (2001). Evaluation of different duck varieties for the control of the golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) in transplanted and direct seeded rice. *Crop Protection*, *20*(7), 599–604. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00029-1](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00029-1)

Thomas PKnepper. (2003). Synthetic chelating agents and compounds exhibiting complexing properties in the aquatic environment. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *22*(10), 708–724. [https://doi.org/10.1016/S0165-9936\(03\)01008-2](https://doi.org/10.1016/S0165-9936(03)01008-2)

Troxler, S., y Reardon, J. W. (2010). *El Ozono ha sido aprobado para limpiar frutas y vegetales*. Carolina del Norte. Retrieved from <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/EIOzonoHaSidoAprobado.pdf>

Villapudua, J. R., y Rodríguez, R. A. S. (2012). El ozono en la agricultura y el bienestar. *Profesores Investigadores de La Universidad Autónoma de Sinaloa Y Agrobiológica*. Retrieved from [http://gewatersystemscorp.com/uploads/3/4/1/6/34167592/el\\_ozono\\_en\\_la\\_agricultura\\_y\\_el\\_bienestar.pdf](http://gewatersystemscorp.com/uploads/3/4/1/6/34167592/el_ozono_en_la_agricultura_y_el_bienestar.pdf)

# **ANEXOS**

## Anexo 1. Informe de Análisis de Suelos


**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

### INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	PAUL MAURICIO GUZMAN JARA	Nombre :	WENDY	Informe No. :	020269
Dirección :	SANTA CECILIA-CEIBOS	Provincia :	GUAYAS	Responsable Muestreo :	Cliente
Ciudad :	GUAYAQUIL	Cantón :	SALITRE	Fecha Muestreo :	26/10/2017
Teléfono :	0983396153	Parroquia :	SALITRE	Fecha Ingreso :	31/10/2017
Fax :	N/E	Ubicación :	N/E	Condiciones Ambientales :	T°C: 24.0 %H: 57.0
				Factura No. :	04324
				Fecha Análisis :	13/11/2017
				Fecha Emisión :	15/11/2017
				Fecha Impresión :	15/11/2017
				Cultivo Actual :	ARROZ

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH 4	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	* Fe	* Mn	* B	* Cl
66102	MUESTRA 1	5.9 MeAc	9 B	24 A	125 M	1649 A	539 A	162 A	1.7 B	14.4 A	476 A	27.0 A	0.30 B	

Elaborado por: El Autor.

## Anexo 2. Informe de Análisis de Suelos


**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

### INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	PAUL MAURICIO GUZMAN JARA	Nombre :	WENDY	Informe No. :	020269
Dirección :	SANTA CECILIA-CEIBOS	Provincia :	GUAYAS	Responsable Muestreo :	Cliente
Ciudad :	GUAYAQUIL	Cantón :	SALITRE	Fecha Muestreo :	26/10/2017
Teléfono :	0983396153	Parroquia :	SALITRE	Fecha Ingreso :	31/10/2017
Fax :	N/E	Ubicación :	N/E	Condiciones Ambientales :	T°C: 24.0 %H: 57.0
				Factura No. :	04324
				Fecha Análisis :	13/11/2017
				Fecha Emisión :	15/11/2017
				Fecha Impresión :	15/11/2017
				Cultivo Actual :	ARROZ

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural		meq/100ml		mScm		(%)		meq/100ml		Ca	Mg	Cu+Mg
		Arena	Limo	Arcilla	* AI+H	* AI	* Na	C.E.	* MO.	K	* Ca	* Mg	Σ Bases	Mg	K	K	
66102	MUESTRA 1																
								2.70	0.32	8.25	4.44	13.00	1.66	13.8	39.57		

Elaborado por: El Autor.

## Anexo 3. Análisis Químico de Agua


**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec


**Servicio de Acreditación Ecuatoriano**  
Accreditación N° OAE LE C 15-007  
**LABORATORIO DE ENSAYOS**

### INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	PAUL MAURICIO GUAMAN JARA	Nombre :	WENDY	Informe No. :	01922
Dirección :	SANTA CECILIA-CEIBOS	Provincia :	GUAYAS	Responsable Muestr:	CLIENTE
Ciudad :	GUAYAQUIL - GUAYAS	Cantón :	SALITRE	Fecha muestreo :	30/11/2017
Teléfono :	0983396153	Parroquia :		Fecha Emisión :	07/12/2017
Fax :	N/E	Ubicación :		Fecha Ingreso :	01/12/2017
				Condiciones Ambientales :	T * C 24.0 %H 58.0
				Factura No. :	04478
				Fecha Análisis :	07/12/2017
				Fecha Emisión :	07/12/2017
				Fecha Impresión :	07/12/2017

N° Laborat.	Identificación del Lote	mScm	mg/L				meq/L			pH	RAS	PSI	%Na	Clase	
			Ca	Na	Mg	K	* CO <sub>3</sub>	* HCO <sub>3</sub>	* SO <sub>4</sub>						* Cl
2252	MUSTRA 1	4940	79.00	862.20	84.10	14.40	ND	7.52	6.46	34.28	7.2	16	18	77.53	C5 S4

OBSERVACIONES:

Elaborado por: El Autor.

#### **Anexo 4. Medición del lugar del ensayo**



**Elaborado por: El Autor.**

#### **Anexo 5. Construcción de parcelas de 5 x 5 metros**



**Elaborado por: El Autor.**

**Anexo 6. Colocación de letreros en cada Tratamiento**



**Elaborado por: El Autor.**

**Anexo 7. Riego y Nivelación de las parcelas**



**Elaborado por: El Autor.**

### **Anexo 8. Riego de parcelas**



**Elaborado por: El Autor.**

### **Anexo 9. Tratamientos con su debida identificación**



**Elaborado por: El Autor.**

## Anexo 10. Identificación del ensayo



Elaborado por: El Autor.

## Anexo 11. Caracoles manzana



Elaborado por: El Autor.

**Anexo 12. Colocación de caracoles**



**Elaborado por: El Autor.**

**Anexo 13. Recolección de manchas de arroz**



**Elaborado por: El Autor.**

#### **Anexo 14. Trasplante de arroz**



**Elaborado por: El Autor.**

#### **Anexo 15. Arroz trasplantado**



**Elaborado por: El Autor.**

**Anexo 16. Generando ozono**



**Elaborado por: El Autor.**

**Anexo 17. Quelato de cobre disuelto en agua**



**Elaborado por: El Autor.**

**Anexo 18. Mortalidad de caracol manzana**



**Elaborado por: El Autor.**

**Anexo 19. Caracoles manzana muertos**



**Elaborado por: El Autor.**

## Anexo 20. Interpretación de Resultados

InfoStat/E - RELACION OZONO QUELATO

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos

RELACION OZONO QUELATO

Caso	OZONO	QUELATO	MUERTES
1	O	A	21,00
2	O	A	18,00
3	O	A	19,00
4	O	A	20,00
5	O	B	23,00
6	O	B	18,00
7	O	B	24,00
8	O	B	20,00
9	SO	A	17,00
10	SO	A	18,00
11	SO	A	14,00
12	SO	A	14,00
13	SO	B	16,00
14	SO	B	16,00
15	SO	B	17,00
16	SO	B	15,00

Elaborado por: El Autor.

## Anexo 21. Resultados de Análisis de la Varianza

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MUERTES	16	0,67	0,59	10,38

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	87,25	3	29,08	8,21	0,0031
OZONO	81,00	1	81,00	22,87	0,0004
QUELATO	4,00	1	4,00	1,13	0,3088
OZONO*QUELATO	2,25	1	2,25	0,64	0,4409
Error	42,50	12	3,54		
Total	129,75	15			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,05019

Error: 3,5417 gl: 12

OZONO	Medias	n	E.E.	
O	20,38	8	0,67	A
SO	15,88	8	0,67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

I

Elaborado por: El Autor.

## Anexo 22. F de Fisher en medias de los factores

**Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,05019**

Error: 3,5417 gl: 12

OZONO	Medias	n	E.E.	
O	20,38	8	0,67	A
SO	15,88	8	0,67	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,05019**

Error: 3,5417 gl: 12

QUELATO	Medias	n	E.E.	
B	18,63	8	0,67	A
A	17,63	8	0,67	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,89940**

Error: 3,5417 gl: 12

OZONO	QUELATO	Medias	n	E.E.	
O	B	21,25	4	0,94	A
O	A	19,50	4	0,94	A
SO	B	16,00	4	0,94	B
SO	A	15,75	4	0,94	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por: El Autor**



## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo **Guzmán Jara Paúl Mauricio**. Con C.C: # **0704818418** autor/a del trabajo de titulación: **Efecto del quelato de cobre más agua ozonizada en el control de caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) en el cultivo de arroz de la zona de Salitre**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior. de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior. de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación. con el propósito de generar un repositorio que democratice la información. respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil. **05 de marzo del 2018**

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Guzmán Jara Paúl Mauricio**

C.C: **0704818418**

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Efecto del quelato de cobre más agua ozonizada en el control de caracol manzana ( <i>Pomacea canaliculata</i> ) en el cultivo de arroz de la zona de Salitre		
<b>AUTOR(ES)</b>	Paúl Mauricio Guzmán Jara		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Agro. Manuel Donoso Bruque, M. Sc.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Agropecuaria		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Agropecuario		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	05 de marzo del 2018	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	68
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Manejo sostenible de cultivos tropicales y producciones pecuarias		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	arroz, quelato, cobre, ozono, caracol, tratamientos		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p>El proyecto se realizó en el sitio “La Victoria” ubicado en el Km 38 de la vía Guayaquil – Salitre, provincia del Guayas entre noviembre y diciembre del 2017. La finalidad de este proyecto fue evaluar la mortalidad del caracol manzana (<i>Pomacea canaliculata</i>) bajo el efecto del quelato de cobre y el agua ozonizada en la etapa de trasplante del cultivo de arroz. El ensayo se realizó mediante un diseño de bloques completamente aleatorizado con 4 tratamientos y 4 repeticiones, donde, T1 correspondía a 1 litro de quelato de cobre en 200 litros de agua, T2 correspondía a 2 litros de quelato de cobre en 200 litros de agua, T3 a 1 litro de quelato de cobre más agua ozonizada y T4 correspondía a 2 litros de quelato de cobre más agua ozonizada. Las comparaciones entre los tratamientos se realizaron por medio de la prueba de significancia estadística F de Fisher al 5 % de probabilidad. Finalmente se demostró que el tratamiento 3 y 4 tuvieron un mejor resultado en el control del caracol manzana con respecto al tratamiento 1 y 2, cabe recalcar que el tratamiento T4 obtuvo el mayor número de caracoles muertos en cada repetición</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-0983396153	E-mail: paulguzmanjara@gmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Noelia Carolina Caicedo Coello.		
	<b>Teléfono:</b> 0987361675		
	<b>E-mail:</b> noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			